

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

АКАДЕМИЯ НАУК

СССР



Академик Д.И. ЩЕРБАКОВ

The background features a stylized seascape with three layers of wavy lines representing the sky, sea, and land. The top layer is light blue, the middle is green, and the bottom is dark blue. The bottom layer transitions into a solid black area at the very bottom where the title is located.

Путешествия
ОКЕАНА

А К А Д Е М И Я Н А У К С С С Р

НАУЧНО-ПОПУЛЯРНАЯ СЕРИЯ

Академик

Д. И. ЩЕРБАКОВ

ПУЧИНЫ
ОКЕАНА

ИЗДАТЕЛЬСТВО

АКАДЕМИИ НАУК СССР

МОСКВА 1962

Предисловие

Наше время — эпоха коренных изменений основ многих наук, в том числе геологии и географии. Упорным трудом ученых, вооруженных современными знаниями и новой техникой, создаются новые геология и география.

На наших глазах в связи с потребностями человеческого общества, бурным ростом техники, меняются и сами задачи геолого-географических наук. Если раньше они изучали и устанавливали закономерности хода природных явлений преимущественно в отдельных районах земного шара, то в настоящее время они стремятся охватить весь земной шар, приобретая, как принято говорить, «глобальный характер». Решение задач, стоящих даже перед отдельными отраслями наук, невозможно теперь без привлечения смежных областей науки, оно становится комплексным. Поэтому неизбежно встает вопрос о кооперации, как, например МГГ (Международный Геофизический год), приобретающей международный характер.

Родились и растут совершенно новые проблемы и новые ветви наук, открывающие перед нами новые обширные горизонты и невиданные возможности использования еще мало освоенных ресурсов и сил природы.

Если еще недавно геология изучала только сушу, то в последние десятилетия она приступила к исследованию дна океанов. Ведь хорошо известно, что большая часть земной коры — 71% — покрыта водами океана. Для того чтобы полностью проникнуть в историю Земли, понять закономерности строения земной коры, надо прочесть то, что «записано» на породах, скрытых в морском дне. Оказалось, что дно океана, представлявшееся нашим предшественникам ровным и относительно плоским, на самом деле сильно расчленено и состоит из подводных хребтов,

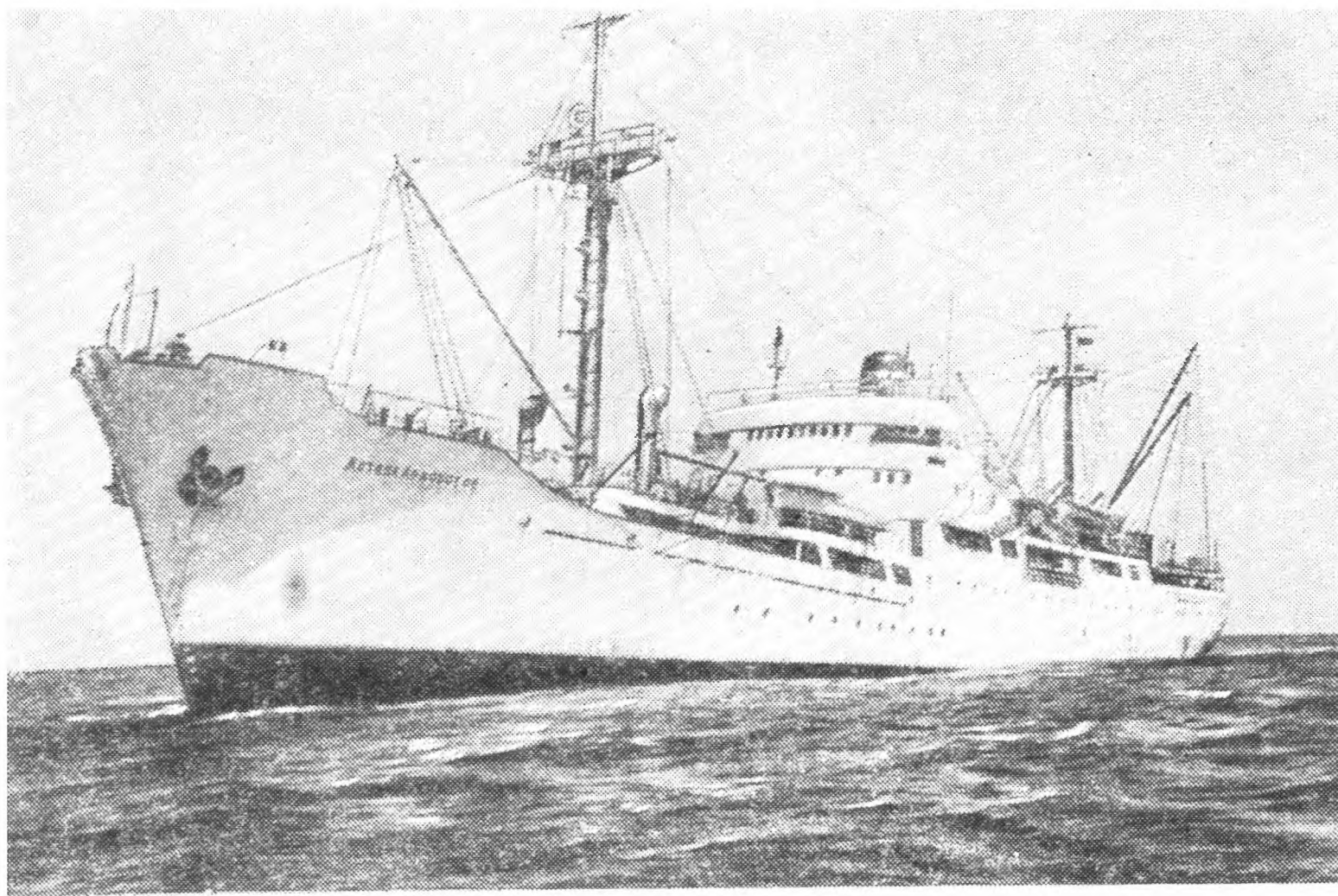


Рис. 1. Советский научно-исследовательский корабль «Михаил Ломоносов»

массивов, плоскогорий, равнин, долин, глубочайших впадин и каньонов, происхождение которых далеко еще не выяснено и подчас является загадочным. Ответы на эти загадки частично таятся в свидетельствах древней истории Земли, скрытых в донных осадках моря, частично связаны с изучением разнообразных процессов, совершающихся в глубинах океана. Исследования этих процессов, сопутствуемые изучением вод океана и населяющих их живых существ, расскажут много совершенно нового о происхождении и эволюции жизни на Земле.

В распоряжении современных океанографов и морских геологов теперь имеются разнообразные новые приборы и приемы исследований: эхолот, позволяющий непрерывно определять глубины, ударные трубки для взятия грунта, черпаки. Батискафы уже опускаются на любые глубины, а акваланги позволяют человеку, подобно рыбе, плавать в течение многих часов под водой. Ценные данные получают также при применении сейсмометров и гравиметров.

Океанографические исследования не только обогащают науку. Они приносят большие практические результаты. В частности, уже добывается нефть из структур, залегающих на материковой отмели (шельфе). Ставится

вопрос об эксплуатации залежей марганцевых конкреций на дне океана. Сама вода океанов содержит в своем составе ценные химические элементы и соединения, которые все в большей степени извлекаются человеком.

Вот почему все чаще и чаще в последние годы автору—геологу по специальности — приходилось встречаться с океанографами и иметь дело с научными проблемами океана. Наиболее интересные встречи были в Нью-Йорке в сентябре 1959 г., когда океанографы всего мира собрались там на Первый океанографический конгресс, чтобы поделиться своими достижениями. В Нью-Йорке былработан план международных океанографических исследований на ближайшие годы, в осуществлении которого успешно участвует наш исследовательский корабль «Витязь».

На улицах Нью-Йорка

Перелет из Брюсселя в Нью-Йорк близится к концу. Последние часы летим в облаках и в тумане. От утомительного долгого сидения начинают ныть ноги. Наконец, раздается долгожданный голос диктора-пилота, извещающего, что до Нью-Йорка осталось несколько минут. Самолет, пробивая мглу, идет на снижение. Вот показались ряды строений, вытянутых вдоль берега океана, затем какие-то большие дома и, наконец, огромное зеленое поле аэродрома с многочисленными самолетами. Самолет плавно коснулся земли, покатился немного по дорожке и подрулил к зданию аэропорта. Мы — на территории США, на Нью-Йоркском международном аэродроме. Открывается дверь и быстро вбегает представитель санитарной службы. Привычным взором он окидывает пассажиров, держащих наготове паспорта и удостоверения о прививке оспы. Все направляются к дверям в огромное здание аэровокзала, состоящее из 11 блоков, общей протяженностью в полтора километра. Благодаря тому, что каждая авиакомпания имеет свой вход, не чувствуется суеты и нет толчеи. На контрольном пункте еще раз предъявляем свои справки о прививке оспы и паспорта. Просмотрев документы, чиновник говорит «окэй», жестом показывая, чтобы мы подошли к следующей будке. Другой чиновник, сделав в паспортах отметки о прибытии и также сказав «окэй», направляет нас в таможенный зал, куда уже поступил багаж. Так как в паспортах помечено, что делегация прибыла на научный конгресс, нам, повторив традиционное «окэй», выдают чемоданы, — и вот мы уже в общем пассажирском зале, у выхода на улицу.

К нам сразу подошел представитель Конгресса, хорошо говоривший по-русски, и усадил всех в специально присланную машину.

Первое, что мы ощутили, — это жаркая погода и непривычно большая влажность воздуха. Лоб сразу покрывается испариной. Мы вспомнили рассказы наших товарищей, недавно прилетевших из Нью-Йорка, о тяжелом климате этого города. Но, как всегда при посещении нового места, внимание отвлеклось массой незнакомых вещей.

Вот справа — аэродром Гуардия, обслуживающий внутренние линии; за сутки с этого аэродрома улетают и на него прилетают более 600 самолетов. А дальше пошли особняки, чередующиеся с какими-то строениями. Вдали показались фермы огромных мостов разнообразной конструкции. Они поражали своей длиной, многоярусностью и какой-то легкостью, с которой строители их перебросили через дома, железнодорожные пути и реку.

На первом же из мостов водитель остановил машину около контрольной будки и заплатил дежурному несколько пенсов; оказывается, что в США за право проезда через мост взывается со всех машин налог, идущий на содержание этих мостов. Сделав несколько широких виражей, машина оказалась на набережной Франклина Рузвельта, в Манхаттане (островной район Нью-Йорка). Впереди показалась гигантская застекленная коробка здания ООН, словно отколовшаяся от массива городских строений, а через несколько минут после крутого поворота направо мы очутились на 42-й улице. Казалось, что мы въехали в каньон, пропilenный бурным потоком в склоне гор, — так узка и глубока была открывшаяся перед нами щель, созданная, однако, не природой, а людьми, поставившими плечом к плечу гигантские дома. Еще немного — и автомобиль подъехал к отелю «Коммодор», в котором для делегации были заранее заказаны номера. После заполнения короткой анкеты я получаю маленький номер на 9 этаже, выходящий на проулок-двор, перпендикулярный к 42-й улице. Лифты в этой громадной гостинице, имеющей более 1000 номеров, емкие, вмещающие до 18 человек. Они поднимаются и опускаются быстро и без шума.

Не задерживаясь, наша делегация спустилась в комнату Оргкомитета Конгресса на первом этаже. Здесь

энергичная г-жа Мери Сирс — председатель Оргкомитета — принимает от нас членские взносы и выдает материалы Конгресса.

Всем не терпится познакомиться с городом, поэтому, не заходя к себе в номера, мы спешим на улицу.

Отель «Коммодор» находится в районе Манхаттан, расположенном на острове, между реками Гудзон и Ист-Ривер. Это — центральный район города, с небоскребами, банками, магазинами, музеями.

Нас сразу поглотила уличная жизнь. По широкому тротуару, мощенному квадратными, слегка шероховатыми плитами, шла в обе стороны масса народа. Тут же сбоку сидели негры — чистильщики сапог, рядом было специальное ателье, где также можно было почистить и починить обувь. А напротив находился небольшой киоск с газетами и журналами, которые лежали большими стопами прямо на тротуаре. Проезжая часть улицы была забита легковыми машинами, большими автофургонами и автобусами.

На первом же перекрестке нас задержал красный свет и вспыхнувшая надпись, запрещающая переходить улицу. Посреди улицы стоял полицейский, регулировавший движение. Его облик привлек наше внимание: голубовато-серые брюки, такого же цвета рубашка с воротничком и галстуком и форменная фуражка придавали ему щеголеватый вид. Поражало обилие предметов, висевших у него на поясе, — с одной стороны пистолет и три свистка различных размеров, с другой — большой нож и наручники, сзади — обоймы с патронами.

Вместе с человеческим потоком мы пошли дальше, мимо непрерывного ряда витрин небольших магазинов и кафе-закусочных. Преимущественно здесь находились магазины, торгующие бельем, верхней одеждой, дамскими украшениями самого разнообразного качества и стоимости — от десятков центов до сотен долларов, обувью, реже хозяйственной утварью, кондитерскими изделиями, винами и ликерами; затем бары и рестораны. Они были расположены в первых этажах зданий и шли подряд, изредка прерываемые помещениями банков. Так мы дошли до универмага, занимающего пять этажей дома между 5 и 6-й Авеню. Сотни продавцов обслуживали здесь многочисленных покупателей. Помещение универмага охлаждалось кондиционированным воздухом.

А на улице температура воздуха была 29° при относительной влажности 90%. Ветра не было, и в воздухе стоял едкий туман, образовавшийся из выхлопных газов моторов, дыма печей, еще каких-то химических продуктов, который сильно раздражал глаза и не давал свободно дышать. Непрерывный грохот отражался от стен небоскребов. Прогулку по 42-й улице вскоре пришлось прервать, так как надо было ехать на прием в Колумбийский университет. На обратном пути мы сошли на Бродвее, чтобы полюбоваться световыми рекламами центральной части города. Здесь все горело: разноцветные огни то вспыхивали и словно бежали по рампам реклам, то потухали. Были представлены все цвета спектра в самом разнообразном сочетании. Поток движущегося света ослеплял и ошеломлял. Такая иллюминация при длительном воздействии на зрителя должна раздражать. Стоит она больших денег. Сами нью-йоркцы говорят, что на световую рекламу расходуется за один вечер около 25 тыс. долларов.

Особенно ярко горят лампочки над многочисленными кинотеатрами. Соблазн зайти в прохладный зал кино был велик тем более, что целый ряд кинозалов находился на нашей 42-й улице. В архитектурном отношении, как мы потом убедились, большинство из них однотипны. Зрительный зал имеет форму сектора, в узкой части которого находится экран. Ряды кресел расположены амфитеатром, над последними рядами находится балкон. Вместимость такого зала составляет приблизительно 500—600 человек. В отличие от наших кино, зритель может войти в зал в любой момент сеанса. Кроме того, в американских кино за один сеанс показывают две картины подряд. За 75 центов нам сначала показали фильм о жизни американских десантных войск на юге Франции.

Действие второго фильма разворачивается на берегах реки Рио-Гранде, пограничной с Мексикой. Фильм с места в карьер начинается дракой, стрельбой и поножовщиной. Герои фильма шерифы — представители власти на местах — выходят невредимыми из самых невероятных переделок, убивая по ходу действия преступников из пистолетов, из ружей и взрывая их убежища динамитными патронами. Все кончается благополучно — преступники уничтожены, а власть торжествует.

Вернувшись в свой номер, я прочитал в вечерней газете сообщение о том, что сегодня днем на центральных

улицах города были похищены два мальчика, а прошлой ночью были задержаны взломщики, пытавшиеся ограбить магазин на одной из центральных улиц.

Усталость взяла свое, и вскоре, несмотря на жару, духоту и шум, я заснул тяжелым сном. Мне все казалось, что ночью гангстеры должны ограбить соседнюю контору, находившуюся против окна моего номера, или вступить в перестрелку с полицейскими, дополнительно вооружившимися с вечера увесистыми дубинками. Поэтому, когда среди ночи вдруг зажегся свет напротив сразу в двух средних этажах громадного дома, я проснулся. По-видимому, там находились какие-то ценности, и охрана действительно проверяла сохранность имущества конторы. Не успел я задремать, как был вповь разбужен ужасным завыванием, похожим на воинственный клич команчей, нападающих на лагерь белых переселенцев. Оказывается, это пронеслась пожарная команда. Потом я убедился в том, что почти так же завывают и полицейские автомобили.

С трудом удалось вновь заснуть, но ненадолго. Около трех часов ночи раздались выстрелы, так, по крайней мере, мне показалось. Я подскочил к окну, но никакого волнения на улице не чувствовалось, нормальное движение машин продолжалось, а группы пешеходов шли неторопливой походкой. Через некоторое время все объяснилось; оказывается, на стройку по соседству подвезли стальные балки и с грохотом сбрасывали на мостовую. В открытое окно продолжал врываться шум напряженного ночного движения и волны парного воздуха, отравленного запахами хлора, бензинного перегара, каких-то синтетических веществ и утренней кухни. На стол около окна ложился слой сажи и пыли, было нестерпимо жарко и душно. Поражала интенсивность ночной жизни громадного города, — казалось, что она была такой же кипучей, как и днем.

Я достал из чемодана захваченную с собой книжечку М. Горького «В Америке» и принялся за чтение. В словах М. Горького чувствовалась те же ощущения, которые охватили и меня. Он писал: «Везде — над головой, под ногами и рядом с тобой — живет, грохочет, торжествуя свои победы, железо...

...По тротуарам снешно идут люди туда и сюда, по всем направлениям улиц. Их всасывают глубокие поры

каменных стен. Торжествующий гул железа, громкий вой электричества, гремящий шум работ по устройству новой сети металла, новых стен из камня — все это заглушает голоса людей, как буря в океане — крики птиц»¹.

В один из последующих дней мы побывали на самом высоком здании Нью-Йорка — Эмпайр-стейт-билдинг. Серебристая громада этого здания, уходящего ввысь на 442 м, находится на одном из самых оживленных перекрестков Нью-Йорка. Внутри массивного основания здания нечто вроде небольшого гостиного двора. Заплатив около 2 долларов, мы вошли в большой лифт, который быстро поднял всех на высоту 86-го этажа. Мы оказались в довольно просторном помещении, отделенном стеклянной стеной от внешней открытой галереи. Массивный парапет, увенчанный решеткой, окружал галерею. С этой высоты был виден весь остров Манхаттан, с его причудливым нагромождением построек, длинными улицами, по которым сновали автомобили, и мощными рукавами рек, охватывающими остров. Вдали виднелся центральный городской парк и его пруды. Но оказалось, что надо было подняться еще выше, до 102-го этажа, откуда можно было любоваться панорамой всего города.

Небоскреб настолько высок, что если Эйфелеву башню (295 м) водрузить на пирамиду Хеопса (135 м), то они все равно будут на 12 с лишним метров ниже этого монументального памятника XX в.

Вот как выглядит Эмпайр-стейт-билдинг, выраженный в цифрах. В нем 5600 км телефонных и электрических проводов, 96 км водопроводных труб, 6500 окон, требующих постоянного мытья, 1860 ступенек, ведущих с первого этажа на 102-й. Пять дней в неделю сюда приходят 25 тыс. служащих, а число посетителей, заходящих в здание, достигает 35 тыс. человек в день. Даже 75 лифтов — из них 63 пассажирских — и те могут похвастаться астрономическими цифрами: с 1 мая 1931 г., т. е. со времени официального открытия здания, они проделали вверх и вниз около 11,5 млн. км.

За 29 лет свыше 20 млн. человек поднялись на крышу небоскреба, чтобы полюбоваться видом Нью-Йорка, похожим с этой высоты больше на план.

¹ М. Горький. В Америке. Собр. соч. в 30 томах, т. 7. М., 1950, стр. 9—10.

В ясный день радиус видимости с крыши небоскреба достигает 64 км, охватывая не только сам Нью-Йорк, но и его дальние пригороды. На 86-м этаже стоит телескоп, и за 10 центов можно 2,5 мин. наслаждаться панорамой. Посетители обычно думают, что при сильном ветре Эмпайр-стейт-билдинг раскачивается, однако наблюдения показали, что колебания его в любую сторону не превышают 6,3 мм: 365 000-тонный небоскреб прочно поддерживается стальным каркасом. Иначе ведет себя телевизионная вышка, венчающая здание: если стоять на площадке 102-го этажа и смотреть вверх, видно, как качается эта вышка высотой в 22 этажа.

Эмпайр-стейт-билдинг занимает площадь меньше 1 га, но жить в нем могло бы до 80 тыс. человек. Здание само себя обслуживает до такой степени, что имеет даже собственную пожарную команду, которая дежурит круглые сутки. В небоскребе разместились целый ряд учреждений: почта, 16 магазинов, несколько аптек и кафе, 13 делегаций ООН и множество деловых контор. У прилавков с сувенирами на 86-м этаже всегда идет бойкая торговля: тут в год продают до полмиллиона открыток с изображением здания. За 50 центов можно наговорить пластинку, начав ее, например так: «Я обращаюсь к вам с крыши самого высокого здания в мире...»; если заплатить немного дороже, обращение это будет сопровождаться музыкой.

Строительство небоскреба потребовало большого умения, мужества и фантазии; ведь его 102 этажа возводились на одном из самых оживленных перекрестков города. Из-за отсутствия места для складов доставка строительных материалов производилась прямо с заводов с математической точностью. Например, стальная деталь занимала свое место в каркасе здания ровно через 80 час. после отгрузки с завода в Питтсбурге.

Долго господствовало мнение, что многоэтажный колосс слишком неустойчив и потому недолговечен. Но пасмурным июньским утром 1945 г. сбившийся с курса самолет доказал всему миру, что небоскреб прочен. Самолет врезался в здание, один из его моторов протаранил 78-й этаж. Катастрофа унесла 14 жизней и вызвала большой пожар. Однако служащие, находившиеся в это время на восемь этажей ниже, даже не подозревали о случившемся.

С высоты здания хорошо виден общий план Нью-Йорка, состоящего из пяти крупных районов, или округов —

Ричмонд, Бруклин, Куинс, Манхаттан и Бронкс, население которых превосходит 13 млн. чел.

Центром города являются южная и средняя части о-ва Манхаттан. В плане он напоминает решетку, середина которой занята прямоугольником Центрального парка с рядом прудов. Вдоль острова с юга на север на 20 км тянутся прямые улицы — авеню, пересекаемые несколькими десятками стрит, или улиц, идущих с востока на запад. Лишь Бродвей, главная торговая магистраль города, пересекает Манхаттан по диагонали. В центральной части Манхаттана находятся многочисленные конторы, отели; в восточной и северной частях, прилетающих к протокам Гудзона — Гарлем и Ист-Ривер, — расположены негритянский квартал Гарлем и другие кварталы, заселенные беднотой.

Кварталы южной и центральной части Манхаттана плотно застроены многоэтажными зданиями. Большинство жилищ не имеет достаточного естественного освещения и проветривания. Здесь почти нет зелени и свободных пространств, что вместе с большим количеством беспорядочно расположенных промышленных предприятий и перенапряженностью транспорта создает тяжелые условия жизни для 2,5 млн. человек населения острова. Строительство небоскребов обусловлено стремлением извлечь максимум прибыли из дорогостоящих земельных участков в центре города. Их насчитывается в Нью-Йорке несколько десятков. Самыми высокими являются Эмпайр-стейт-билдинг и Крейслер-билдинг (77 этажей). Небоскребы концентрируются в районе Уолл-стрит (южная часть о-ва Манхаттан) и в районе Центрального вокзала. Скученное расположение небоскребов, их различная высота и своеобразная архитектура в виде системы параллелепипедов и кубов создают мрачный и беспорядочный силуэт города. Нас поразило то, что на плоских крышах многоэтажных домов нередко можно видеть скопления разноцветных автомобилей. Это своего рода открытые высотные гаражи.

Севернее Манхаттана находится округ Бронкс, занятый преимущественно жилыми кварталами. Округа Куинс и Бруклин лежат восточнее Манхаттана и занимают западную часть о-ва Лонг-Айленд. Здесь находятся многочисленные склады и предприятия тяжелой промышленности, перерабатывающие привозное сырье. С центром города эти округа соединены четырьмя туннелями и пятью

мостами, переброшенными через Ист-Ривер. Далее на восток, на о-ве Лонг-Айленд, разбросаны дачи и курорты.

Вспомним некоторые факты из истории Нью-Йорка.

В 1626 г. голландская Вест-Индская компания организовала на территории, принадлежавшей индейскому племени ирокезов, поселение Новый Амстердам. В 1664 г. его захватили англичане и переименовали в Нью-Йорк. Во время англо-голландской войны 1672—1674 гг. Нью-Йорк снова заняли голландцы (1673), но в 1674 г. он вместе с другими голландскими владениями в Северной Америке отошел к Англии. В 1785—1790 гг. Нью-Йорк был столицей США. В это время он превращается в один из важнейших портов США, а с XIX в. — в крупнейший порт Америки. Остров Манхаттан со всех сторон опоясан многочисленными причалами — пирсами, которые похожи сверху на зубья гребешка. На р. Гудзон видны громадные океанские пароходы.

Пользуясь планом города, мы старались определить с высоты, где находятся наиболее интересные объекты, которые мы должны посетить.

«Вавилон XX века»

В один из свободных дней после окончания Конгресса мы с утра пошли гулять по городу. Пройдя до конца 42-ю улицу, мы оказались на набережной р. Гудзон, прямо против пристани, от которой отходят моторные катера, везущие пассажиров вокруг всего о-ва Манхаттан. День, хотя и несколько туманный, обещал стать солнечным, а прохлада реки чуть умеряла тягостную парную атмосферу городских улиц. Поэтому, не колеблясь, все согласились на трехчасовую поездку и заняли места на верхней палубе теплохода. Сначала мы спустились по Гудзону вниз к статуе Свободы. На реке чувствовалось большое оживление: сновали буксиры, шли самоходные баржи разнообразного внешнего вида, величественно плыли трансатлантические гиганты, дымя своими мощными трубами. В тумане вырисовывались смутные контуры

громадных домов, похожих на беспорядочное нагромождение кубов и призм. Берег представлял собой непрерывные ряды пирсов с пришвартовавшимися пароходами и гигантскими складскими помещениями. Вот в воздухе замелькал вертолет, идущий на посадку на набережную в районе 34-й улицы. Вертолеты этой линии, связывающей город с аэропортами, совершают в день до 600 рейсов. По специальной эстакаде вдоль набережной неслись непрерывным потоком автомашины. Ведь Нью-Йорк является узлом морских, речных, железнодорожных, автомобильных и воздушных сообщений. Морской порт Нью-Йорка по грузообороту занимает первое место среди портов капиталистических стран. Ежегодно сюда прибывает 60—70 млн. т грузов (угля, нефти, сырья, продовольствия), а отправляется из Нью-Йорка до 20 млн. т разных промышленных грузов в год. Общая длина причальных линий города достигает внушительной цифры — 900 км.

В Нью-Йорке сосредоточено около $\frac{1}{4}$ оптовой торговли США, а оборот его розничной торговли составляет около 13—14 млрд. долларов в год; через него проходит до $\frac{1}{3}$ внешней торговли страны. Это крупнейший в капиталистическом мире рынок сахара, кофе и ряда других продуктов; как зерновой рынок Нью-Йорк уступает только Чикаго, а как хлопковый рынок — лишь Нью-Орлеану.

Наше внимание привлекло не столько высокое, сколько объемистое здание, на крышу которого также садились вертолеты. Как явствовало из путеводителя, объем этого здания равен 38 млн. куб. футов, или более 1 млн. м³! Все в этом городе направлено на борьбу за пространство, на выигрыш площади. Даже стоянки для автомобилей местами делаются на специальных пирсах, вблизи от причалов для больших океанских пассажирских пароходов.

Постепенно туман стал рассеиваться, видимость улучшилась, и мы увидели около одной из пристаней наш корабль «Михаил Ломоносов», специально прибывший в Нью-Йорк на океанографический конгресс. Он стоял рядом с одним из порталов так называемого «Голландского туннеля», соединяющего Манхаттан с г. Нью-Джерси на противоположной стороне Гудзона.

Вот катер развернулся, направляясь теперь в русло Ист-Ривер. На нас стали надвигаться громадные строения и башни южной части Манхаттана, в которой сконцентрированы все наиболее высокие здания Нью-Йорка. Трудно

описать эту ни на что не похожую часть города. Впрочем, и весь Нью-Йорк совсем не похож на города Европы ни по своему внешнему облику, ни по укладу жизни.

Мы обогнули оконечность острова с небольшим парком, прижатым зданиями к самой воде, и оказались под высоко переброшенным над рекой Бруклинским мостом. Он был построен в 1883 г. и считался одно время самым большим в мире.

Двигаясь далее к северу по Ист-Ривер, катер прошел под другими большими мостами, соединяющими Манхаттан с районами Бруклин и Куинс. Кроме них, реку пересекает несколько подземных тоннелей, по которым каждый день проходят или проезжают миллионы людей.

Теперь мы плыли вдоль набережной Рузвельта и построек госпиталя Бельвю — старейшего на североамериканском континенте. В этом госпитале лечится больше пациентов с разнообразными заболеваниями, чем в любом другом. Здесь 400 штатных врачей и консультируют более 1000 докторов. Наконец, показался знакомый комплекс зданий ООН — 39-этажная стеклянная коробка, в которой работают 4000 служащих, представителей 81 страны. Затем катер нырнул под пролеты моста Куинсборо; теперь открылся вид на группу строений Корнелльского медицинского института. Это один из новейших медицинских центров Нью-Йорка.

Река раздвоилась, и катер поплыл по более узкому левому протоку, носящему название Гарлем. Справа виден стадион Донинг, находящийся на островке Рендаль. Стадион имеет 22 тыс. мест и автомобильный парк на 2500 автомобилей. Наше внимание уже начинало притупляться. Но внезапно все оживились: на обоих берегах виднелись огромные, величиной с многоэтажные дома, штабеля старых, отслуживших свой век автомашин.

Приближаясь к северному концу острова, мы увидели сложную систему автодорог на специальных металлических эстакадах с плавными закругляющимися спусками. По-видимому, они служили для разгрузки потока автомашин, идущих из округа Куинс частью на Манхаттан, а частью транзитом через Гудзон. Здесь на гнейсовых скалах, придающих местности живописный вид, расположено много парков.

Обогнув остров, катер поплыл вниз по Гудзону под пролет самого длинного в мире висячего моста имени

Джорджа Вашингтона. Это — образец инженерного искусства; канаты, несущие проезжую часть, сплетены на месте постройки моста из огромного количества легированных металлических проволок.

В окрестностях Нью-Йорка строится еще более крупный мост, длина которого составит около 3 миль, а стоимость — 320 млн. долларов. Этот новый мост через пролив у входа в Нью-Йоркский порт с двойным настилом и 12 путями будет иметь центральную подвесную систему в 4260 футов длиной, опоры которой будут возвышаться над водой на 700 футов (более 200 м)!

Таков архитектурный облик Нью-Йорка — города камня, бетона и стали, города контрастов, в котором нищета уживается рядом с огромными богатствами, самая передовая техника с ручной тачкой чернорабочего.

Присмотримся ближе к его внутренней жизни.

Прежде всего обращает на себя внимание установившийся ритм жизни в центре города. Все здесь подчинено делу. Поэтому первенствующее значение приобретает фактор времени. Организация всего режима жизни связана с идеей экономии времени. Вы ее чувствуете и в общественном питании, в транспорте, в торговой сети, в домашнем укладе, да даже и в самой разговорной речи. Вас поражает обилие предприятий питания разного масштаба — от небольших баров, где можно стоя или сидя у стойки быстро проглотить бутерброд, сосиски, котлеты и запить горячим кофе или прохладительным напитком, и до ресторанов. И нигде никаких задержек.

То же самое можно сказать и о городском транспорте. Правда, в часы пик бывает трудно втиснуться в вагон метро. Но это длится каких-нибудь полчаса. Такси не ждут на стоянках, а движутся вдоль улиц.

Что касается магазинов, то они обслуживают покупателей с утра и почти до самой ночи.

Квартиры в новых домах сдаются с оплатой за отопление, освещение и воду. Семья служащего расходует на оплату квартиры примерно от $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{2}$ своего заработка. Прислуги, как правило, американцы не имеют, это доступно только очень состоятельным людям.

Даже в разговорной речи чувствуется та же тенденция экономии времени и слов. Например, при встрече вечером говорят друг другу не «добрый вечер», а бросают на ходу просто «вечер».

В центральной части этого громадного города с его густым населением совсем не встречается фабричный рабочий. Изредка на улицах появляются безработные или бастующие рабочие с большими плакатами за спиной, призывающими поддержать забастовку. А вообще нежелательные для состоятельного класса элементы здесь почти не бывают. На улицах преобладают служащие учреждений, банков, торговых предприятий, продавцы из магазинов и фланирует более состоятельная публика.

Но если некоторый круг лиц, необходимый для жизни капиталистической машины, и обеспечивается всем необходимым, то никак нельзя забывать, что безработица в США держится на очень высоком уровне: более 4200 тыс. рабочих, или 5,4% всей рабочей силы страны, охвачены безработицей. Чувство неуверенности царит в любой части общества; всюду огромная конкуренция, и каждый боится за благополучие завтрашнего дня.

Имущественное неравенство создает поразительные контрасты, углубляемые еще и пестротой национального состава города. В Нью-Йорке насчитывается около 2 млн. евреев, 1,5 млн. итальянцев, 1 млн. негров и многочисленные представители других национальностей. В последнее время Нью-Йорк наводняется жителями Пуэрто-Рико; пишут, что их теперь не менее 600 тыс. человек. В городе существуют целые кварталы, занятые представителями той или иной национальности, например, китайский и негритянский кварталы. Есть и отдельные улицы, населенные сплошь евреями, эмигрантами из царской России или старой Польши.

Сильное впечатление производит американская техника. Вы ее видите в огромных зданиях, в эстакадах для автомобильного движения, в обилии туннелей и подземных сооружений, в замечательных мостах. Вы ее чувствуете в прекрасно действующих лифтах, в установках для кондиционирования воздуха, в обилии автомашин разнообразных типов, в воздушной почте в домах, в автоматах и т. д.

Подавляет торговая мощь города, когда вы посещаете многие сотни причалов со стоящими около них пароходами со всех концов света и огромные пакгаузы. Благополучие Нью-Йорка, конечно, создано торговлей. Через Нью-Йорк идет поток американских товаров, через него же ввозятся сырье и товары из других стран.

В соответствии с огромным размахом торговли нахо-

дятся операции банков Нью-Йорка, выражающиеся суммой порядка 500 млрд. долларов в год! Они примерно равны операциям банков всех остальных городов США вместе взятых. В Нью-Йорке находятся банки «Чейз нэшо-нал», «Нэшо-нал сити», «Гаранти трест», влиятельные банкирские дома во главе с банком Моргана, Федеральный резервный банк, активы которого составляют более $\frac{1}{4}$ активов всей федеральной резервной системы.

Нью-Йорк является резиденцией концернов Моргана, Рокфеллера, Кун-Леба и других объединений монополистического капитала. Здесь находятся Национальная ассоциация промышленников и центральные органы основных буржуазных партий. Уолл-стрит — улица в южной части Манхаттана, где размещены правления крупнейших банкирских домов, — это синоним монополистического капитала США. Неудивительно поэтому, что все силы современных средств пропаганды — литературы, радио, телевидение, кино — находятся под незримым руководством единого центра, выражающего интересы крупного американского капитала, и влияют на сознание простого американца. Подавляющую массу органов печати составляет реакционная буржуазная пресса. Являясь собственностью монополий, эти органы пропагандируют империалистическую экспансию США и широко используются для идеологического воздействия на массы с целью распространения милитаризма, шовинизма и клеветы на демократические силы мира.

Так называемое «свободное воспитание» американских детей, разлагающее влияние кричащих аттракционов, сенсационных журналов, изобилующих фривольными рисунками, кино, радио приносят свои плоды, выражающиеся в хулиганстве, бандитизме и росте детской преступности, которая достигла тревожных размеров. Наркотики и извращения теперь уже не являются «привилегией» отдельных кружков американской интеллигенции. Для поддержания порядка уже не хватает 24 тыс. полисменов. В газетах даже буржуазного толка проскальзывают тревожные статьи и слухи о том, что власти города намереваются пополнить состав полиции полутора тысячами опытных агентов специально для усиления борьбы с детской преступностью.

Мне остается рассказать еще об отношении жителей Нью-Йорка к членам советской научной делегации. В осо-

В центральной части этого громадного города с его лесным населением совсем не встречается фабричный рабочий. Изредка на улицах появляются безработные или бастующие рабочие с большими плакатами за спиной, призывающими поддержать забастовку. А вообще нежелательные для состоятельного класса элементы здесь почти не бывают. На улицах преобладают служащие учреждений, банков, торговых предприятий, продавцы из магазинов и фланирует более состоятельная публика.

Но если некоторый круг лиц, необходимый для жизни капиталистической машины, и обеспечивается всем необходимым, то никак нельзя забывать, что безработица в США держится на очень высоком уровне: более 4200 тыс. рабочих, или 5,4% всей рабочей силы страны, охвачены безработицей. Чувство неуверенности царит в любой части общества; всюду огромная конкуренция, и каждый боится за благополучие завтрашнего дня.

Имущественное неравенство создает поразительные контрасты, углубляемые еще и пестротой национального состава города. В Нью-Йорке насчитывается около 2 млн. евреев, 1,5 млн. итальянцев, 1 млн. негров и многочисленные представители других национальностей. В последнее время Нью-Йорк наводняется жителями Пуэрто-Рико; пишут, что их теперь не менее 600 тыс. человек. В городе существуют целые кварталы, занятые представителями той или иной национальности, например, китайский и негритянский кварталы. Есть и отдельные улицы, населенные сплошь евреями, эмигрантами из царской России или старой Польши.

Сильное впечатление производит американская техника. Вы ее видите в огромных зданиях, в эстакадах для автомобильного движения, в обилии туннелей и подземных сооружений, в замечательных мостах. Вы ее чувствуете в прекрасно действующих лифтах, в установках для кондиционирования воздуха, в обилии автомашин разнообразных типов, в воздушной почте в домах, в автоматах и т. д.

Подавляет торговая мощь города, когда вы посещаете многие сотни причалов со стоящими около них пароходами со всех концов света и огромные пакгаузы. Благополучие Нью-Йорка, конечно, создано торговлей. Через Нью-Йорк идет поток американских товаров, через него же ввозятся сырье и товары из других стран.

В соответствии с огромным размахом торговли нахо-

дятся операции банков Нью-Йорка, выражающиеся суммой порядка 500 млрд. долларов в год! Они примерно равны операциям банков всех остальных городов США вместе взятых. В Нью-Йорке находятся банки «Чейз нэшонал», «Нэшонал сити», «Гаранти трест», влиятельные банкирские дома во главе с банком Моргана, Федеральный резервный банк, активы которого составляют более $\frac{1}{4}$ активов всей федеральной резервной системы.

Нью-Йорк является резиденцией концернов Моргана, Рокфеллера, Кун-Леба и других объединений монополистического капитала. Здесь находятся Национальная ассоциация промышленников и центральные органы основных буржуазных партий. Уолл-стрит — улица в южной части Манхэттана, где размещены правления крупнейших банкирских домов, — это синоним монополистического капитала США. Неудивительно поэтому, что все силы современных средств пропаганды — литературы, радио, телевидение, кино — находятся под незримым руководством единого центра, выражающего интересы крупного американского капитала, и влияют на сознание простого американца. Подавляющую массу органов печати составляет реакционная буржуазная пресса. Являясь собственностью монополий, эти органы пропагандируют империалистическую экспансию США и широко используются для идеологического воздействия на массы с целью распространения милитаризма, шовинизма и клеветы на демократические силы мира.

Так называемое «свободное воспитание» американских детей, разлагающее влияние кричащих аттракционов, сенсационных журналов, изобилующих фривольными рисунками, кино, радио приносят свои плоды, выражающиеся в хулиганстве, бандитизме и росте детской преступности, которая достигла тревожных размеров. Наркотики и извращения теперь уже не являются «привилегией» отдельных кружков американской интеллигенции. Для поддержания порядка уже не хватает 24 тыс. полисменов. В газетах даже буржуазного толка проскальзывают тревожные статьи и слухи о том, что власти города намереваются пополнить состав полиции полутора тысячами опытных агентов специально для усиления борьбы с детской преступностью.

Мне остается рассказать еще об отношении жителей Нью-Йорка к членам советской научной делегации. В осо-

бенности четко и резко это отношение выявилось в дни пребывания в Нью-Йорке Никиты Сергеевича Хрущева.

В эти дни подавляющее большинство американцев, которые узнавали в нас представителей СССР, относилось к нам подчеркнуто благожелательно. Обычно они, обращаясь к нам говорили: «Сегодня выступает ваш премьер, вероятно, это доставляет вам радость. Очень приятно выразить удовольствие по поводу встречи с русскими и пожелать вам успехов».

Но было и меньшинство — то, которое в вестибюле отеля «Коммодор» настороженно, сжав губы, слушало выступление Н. С. Хрущева, передававшееся по радио. Это меньшинство смотрело на нас косо и никаких вопросов не задавало.

Большинство рядовых американцев относится доброжелательно к советским людям. Это большая часть американского народа, который живет простой трудовой жизнью и верен своим традициям.

Нью-йоркцы не прочь похвастаться своим городом. Но, отдавая ему должное, все же хочется сказать, что жить в этом Вавилоне XX века, вероятно, тяжело. Весь уклад жизни заставляет гнаться за долларами. С ними все доступно, так как для богатого все имеется в изобилии. Вместе с тем сама жизнь в этом огромном городе с его несмолкающим грохотом, стремительными темпами, непрерывным круговоротом и несущимися толпами людей требует огромного напряжения сил и нервов. Понятно поэтому, с какой радостью и поспешностью его обитатели стараются в свободные дни уехать подальше за город, на лоно природы, где нет назойливого шума и тяжелых забот повседневной жизни.

В Музее естественной истории

Членам нашей делегации предстояло посетить различные музеи Нью-Йорка. Я начал с посещения Американского музея естественной истории, который находится в центре о-ва Манхаттан, рядом с Центральным парком. Его окружает выстроенный человеком сверх-

город XX века с бесконечно длинными асфальтированными улицами и врезающимися в небо остроконечными башнями из стекла и стали; с воздухом, насыщенным отработанными парами горючего, сжигаемого массой автомобилей, с прохочущими и содрогающимися от движения подземных поездов бетонными тротуарами.

За дверями музея, однако, картина резко меняется. Здесь посетитель переносится в другой мир — в мир природы во всем ее удивительном разнообразии.

Посещение Американского музея естественной истории является для многих ученых одной из главных целей поездки в Нью-Йорк. За 90 лет своего существования музей собрал богатейшие коллекции различных родов живых существ.

Войдя в первый выставочный зал, посетитель видит перед собой группу громадных африканских слонов. Они стоят чем-то напуганные; детеныши тесно прижались к матерям, а огромный хобот самца поднят кверху. Только внимательно вглядываясь в эту группу, можно убедиться, что на самом деле это — не живые слоны, а результат высокого искусства набивки чучел.

Огромные витрины, врезанные в стены зала, знакомят зрителя с природой и животным миром Африки. Особое внимание привлекает группа крупных млекопитающих — ведь Африка более всех других материков является материком млекопитающих. Ее нагорные леса, открытые равнины и тропические долины с относительно постоянным климатом, сохранившимся на протяжении тысячелетий ледникового периода, обеспечили условия, в которых крупные млекопитающие процветали, достигнув разнообразия, поражающего воображение.

Перед нами — группа животных, расположившихся у водопоя. Небольшой ручей сохранил на высушенной солнцем равнине Кении влажный островок растительности. Здесь — пара высоких, длинноногих, длинношеих жирафов и их детеныши, газели со скрученными черными рогами, изогнутыми наподобие лиры, ориксы (африканские антилопы) с длинными прямыми рогами и яркие полосатые зебры. А по залитой солнцем равнине, в стороне от тенистых ветвей деревьев и растений, склонившихся над ручьем, группа слонов, которые издали кажутся крошечными, бредет к другой роще, чтобы укрыться под сенью ее деревьев.

Так в каждой из больших витрин, идущих одна за другой по стенам, перед зрителем проходит сцена из жизни, схваченная и запечатленная с большим реализмом. Все эти экспонаты представлены, как живые, и помещены в родную среду, правдиво воспроизведенную вплоть до листика и травинки. Здесь и стадо африканских буйволов, появляющихся из болот, и семейство львов, отдыхающих в тени, и гориллы, занятые поисками корма на открытой просеке в густом лесу, и группа большеротых, длиннорылых бегемотов, в блаженном покое развалившихся на берегу реки, и пара белых носорогов, покрытых запекшейся грязью. Среди них всюду парнокопытные: куду, гемсбок, окапи, сланд, имнала, сиринибок. Все они похожи на грациозную газель, но у каждого — свои индивидуальные особенности.

Когда, покидая африканский зал, посетитель окидывает его прощальным взглядом, он видит в центре зала молодого слона-самца, который повернулся к нему и широко растопырил уши, как бы внимательно следя за его движениями. Из этого зала уходишь, словно побывав в самом деле на плодоносной африканской земле.

Углубляясь в далекое прошлое, можно посетить в верхнем этаже зал ископаемых ящеров. Посреди зала стоит на задних ногах, в обычной для него позе, остов гигантского бронтозавра длиной в 21 м и высотой в 5,5 м. Голова его низко склонилась, словно пощипывая на земле траву. Бок о бок с ним находится другое травоядное животное — огромный бронированный стегозавр. Обращает на себя внимание агрессивный, плотоядный аллозавр. Он крепко сжимает в когтях своей трехпалой передней лапы кусок позвоночника бронтозавра. Такая сцена отнюдь не является лишь плодом воображения создателя выставки, ибо на полу можно видеть огромную плиту осадочной породы с отпечатками шести следов, оставленных передними и задними лапами бронтозавра, когда он миллионы лет тому назад тащился по липкой грязи. На той же самой плите сохранились также следы трех когтей аллозавра, отпечатанные поверх следов беззащитного, хотя и более крупного бронтозавра. Аллозавр, должно быть, преследовал и схватил свою жертву. Здесь, на камне, который был раскопан в штате Техас, запечатлена драма, разыгравшаяся миллионы лет назад.

Самый новый зал музея — зал североамериканских

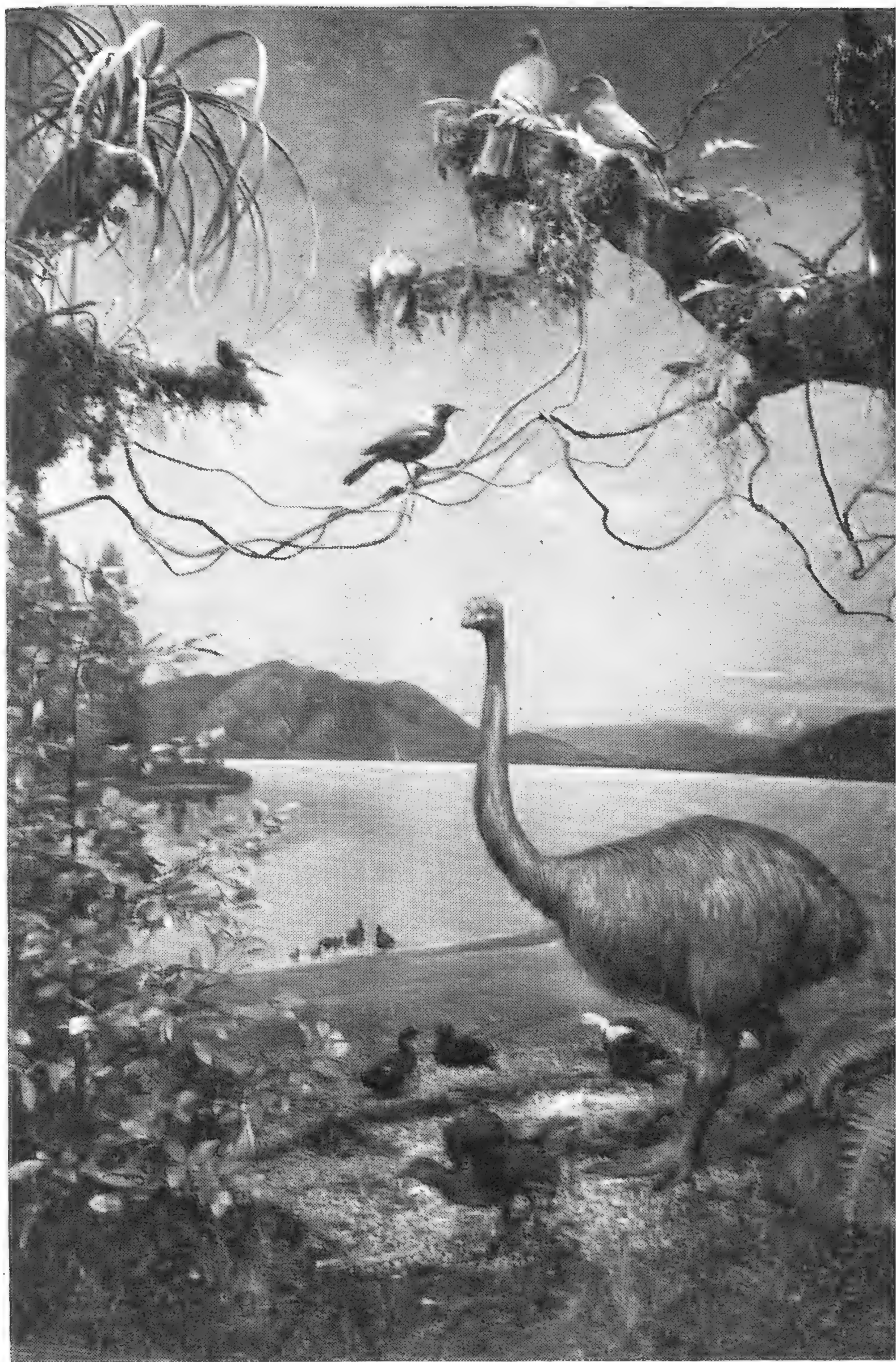


Рис. 2. В музее естественной истории. Моа — представитель вымершего отряда птиц Новой Зеландии

лесов, законченный и открытый для посещения совсем недавно. Здесь в центре внимания древесная растительность различных районов США. Переходя от одной витрины к другой, вы переноситесь из залитой солнцем пустыни юго-запада США к полутропическому болотистому лесу юго-востока, к вечнозеленым смешанным и лиственным лесам северо-востока, к влажным лесам тихоокеанского побережья.

В каждой витрине можно различить насекомых, птиц, пресмыкающихся и небольших млекопитающих, типичных для каждого ландшафта.

В другом зале вы непременно задержитесь у подножья кораллового рифа, устремите внимательный взгляд в его таинственный грот, населенный странными беспозвоночными животными, и посмотрите вверх сквозь воду, кишашую рыбами, на морскую поверхность.

Вы можете также посетить общину первобытных индейцев, живущих ныне у истоков Амазонки. Вы увидите длинный военный челн, вырезанный из ствола одного огромного дерева индейцами тихоокеанского побережья Северной Америки; вы проследите за жизнью птиц на маленьком о-ве Диомиды в Беринговом проливе, на островах Гуано у побережья Перу, на Большом Барьерном рифе около Австралии, на мысе Маттерхорн и на берегу солоноватого пруда в пустыне Гоби у восточного подножья Алтайских гор.

Незаметно проходят 3—4 часа, и гулким эхом проносится по залам объявление о закрытии музея. Вы еще не увидели всего того, что можно посмотреть, так как фактически только начали знакомиться с громадным материалом, хранящимся в музее.

2,5 млн. человек, которые ежегодно посещают музей, приезжают из всех уголков США и со всех концов мира, но, конечно, в основном это — жители самого Нью-Йорка.

В дни школьных занятий залы музея буквально наводняются учениками; образовательная программа музея, увязанная со школьным курсом обучения, обеспечивает организованный доступ к экспонатам музея почти 200 тыс. учащихся в год.

Музей насчитывает 58 залов, открытых для посещения, их протяженность — почти 2 км, они занимают площадь 10 га.

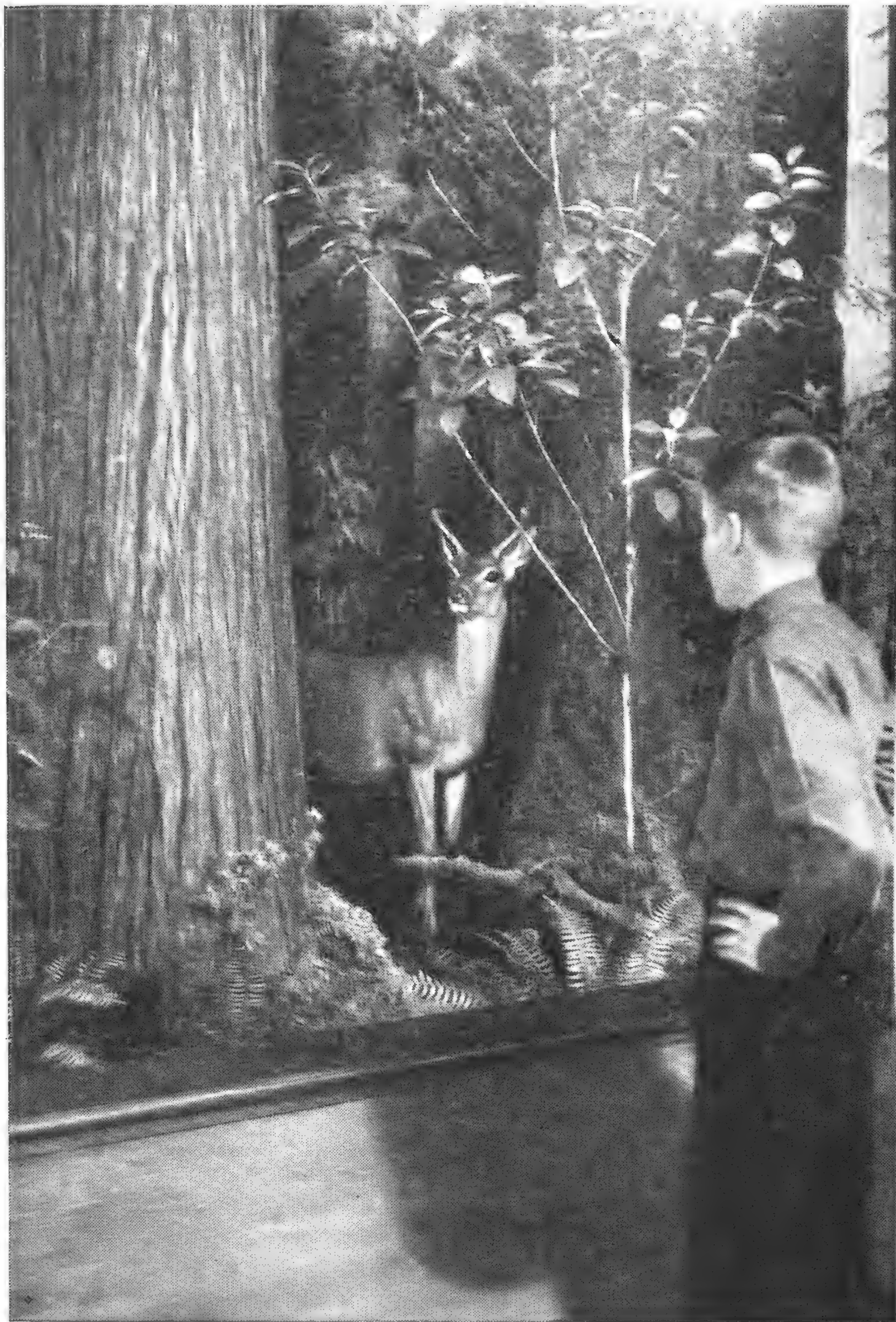


Рис. 3. Пятнистая лань из лесов Северной Америки в витрине музея

Число витрин превышает 2300; в них выставлено более 150 тыс. животных, а также бесчисленные образцы растительной жизни.

Посетителям, располагающим всего несколькими часами, музей обеспечивает осмотр под руководством радио. Посетитель снабжается маленьким радиоприемником и наушниками. В каждом из основных выставочных залов он слышит записанную на пленку лекцию. Руководимый этой лекцией, он идет от одной выставочной витрины к другой и слушает объяснение того, что видит. Лекции слышны только по радио и не мешают тем посетителям, которые предпочитают самостоятельно путешествовать по залам. Для того, кто захочет серьезно изучить выставки, музей организует курсы лекций и экскурсии по той или иной отрасли знания.

Американский музей естественной истории был основан в 1869 г. небольшой группой граждан с целью поощрения и развития изучения естественной науки, а также в помощь народному обучению и отдыху. Из скромного начинания музей вырос сейчас в огромное научное учреждение, существующее на средства, полученные в дар от частных лиц, и на государственные фонды, отпущенные властями города, штата и федеральным правительством.

Его земля и здания оцениваются в 37 млн. долларов, а стоимость его огромных коллекций исчисляется в 40 млн. долларов.

Доходы от собственного капитала музея, составленного из пожертвований, идут на комплектование и подготовку к экспозиции коллекций музея.

Формально во главе музея стоит бессменный Совет попечителей, куда входят наследники его основателей. Фактически же музеем управляет ученый совет, который на протяжении последних 16 лет возглавляет А. Е. Парр — выдающийся морской биолог.

Разнообразная экспозиция музея построена со строгим соблюдением двух основных принципов. Первый принцип — естественный отбор — повсюду помогает посетителю понять, как устроены живые существа, и отводит каждому из них, вымершему или живущему сейчас, определенное место в истории жизни.

Конечно, имеются и некоторые сложности в восстановлении ископаемых памятников прошлого, воссоздающих

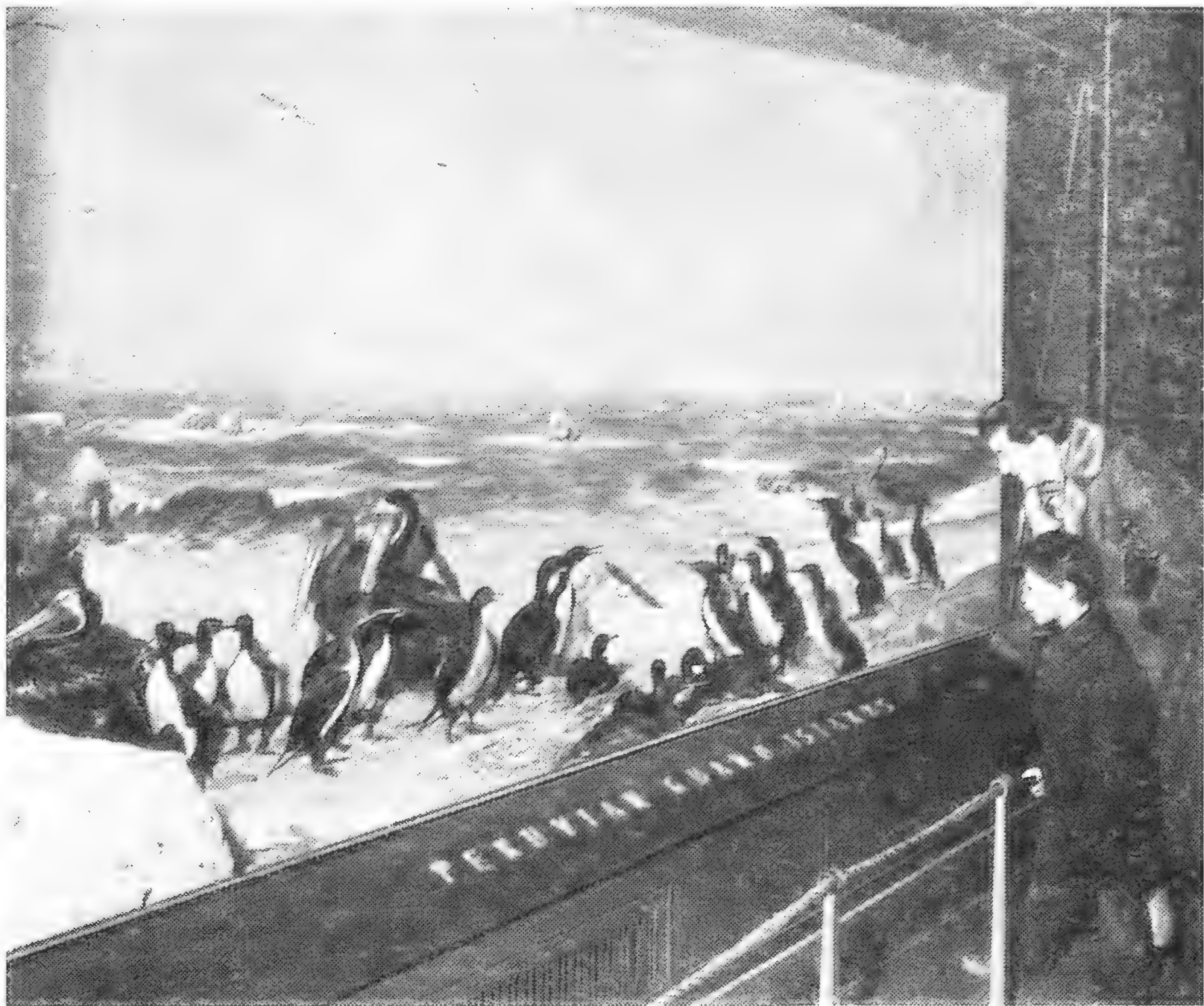


Рис. 4. Птицы на о-ве Гуано у побережья Перу

историю эволюции. Но вряд ли где-либо в мире эти памятники собраны и представлены так полно, как в Американском музее. Начиная с трилобитов, которые существовали около 600 млн. лет назад, музей показывает каждый шаг в возникновении различных форм жизни.

Особый интерес для человека, конечно, представляют позвоночные животные. Посетитель может видеть последовательный ряд позвоночных в виде великолепно восстановленных ископаемых скелетов — от примитивных бесчелюстных рыб до амфибий, пресмыкающихся, птиц и млекопитающих. В тончайших деталях показана отдельно эволюция лошади от крошечного трехпалого эогипнуса, который существовал примерно 50 млн. лет назад, до крупного однопалого животного, известного нам в настоящее время.

Вторым очень важным принципом является взаимная зависимость в родственных группах. Посетитель, осматри-

вая витрины, начинает постигать идею эволюции и экологии¹. Он покидает музей с более ясным пониманием биологической роли человека и его родства с другими живыми существами.

Наглядные уроки экологии дают представленные повсюду в музее образцы групп, живущих в родственной среде, особенно образцы существующих ныне животных и растений. Для восстановления таких групп требуется тщательный анализ и подбор естественной среды. Шкуры животных в группах одеваются на полые пластические статуи, выполненные на скелете самого животного. Растения или засушиваются с помощью формальдегида и глицерина, не теряя своего внешнего вида, или заменяются пластическими копиями, точно воспроизводящими их облик вплоть до проеденных насекомыми дырочек в листьях.

Чучела животных и растения заполняют передний план каждой витрины. Но ландшафт простирается и дальше, до заднего плана, воспроизводящего далекий горизонт или очертания гор на фоне неба. Картина, искусно нарисованная на вогнутой задней стене витрины, почти полностью сливается с растительностью и почвой переднего плана, и нужно как следует присмотреться, чтобы отличить, где кончается передний план и где начинается рисунок.

Чтобы помочь посетителю понять все экологические связи, представленные в каждой из групп, музей издает серию монографий «Человек и природа». Недавно музей разработал новый способ экспозиции, который расчленяет пейзаж и показывает его составные части. Так, один из новейших залов музея демонстрирует полосу сельской местности вокруг горы Стиссинг около Нью-Йорка. Отдельные выставки восстанавливают геологическую историю этого района, затронутого деятельностью ледников. Они показывают связь между образовавшимися видами почв и растительности, роль гидрологических и других сменяющихся атмосферных циклов, природные богатства и их практическое использование.

В программе будущих выставок большое значение будет уделено самому человеку. Антропологические кол-

¹ Экология — наука, изучающая взаимоотношения живого организма с окружающей средой.

лекции музея охватывают различные культуры жителей тихоокеанских островов и американских индейцев. Выставка, посвященная последним представителям людей каменного века западного полушария — индейцам, живущим в дождливых лесах восточных склонов Перуанских Анд, очень интересна не только для специалиста-антрополога.

Для более полного воссоздания условий жизни этого племени, занимающегося примитивной охотой и сельским хозяйством в джунглях, применяется звуковое оформление, а также освещение. Посетитель слышит звуки джунглей, среди которых можно различить крики обезьян, попугаев и туканов, кваканье жаб и жужжание насекомых.

Посетители, приезжающие в научные командировки, получают доступ в огромные залы, закрытые для обычной публики. Здесь помещается большая часть громадных коллекций музея, включающих 69 тыс. ископаемых позвоночных, 150 тыс. млекопитающих, 2,5 млн. насекомых, 800 тыс. птиц и 2 млн. экспонатов антропологической коллекции. Все эти экспонаты занесены в алфавитный указатель, каталогизированы для справок, как книги в библиотеке.

Исследовательская деятельность музея сегодня не ограничивается только помощью народному образованию. Музей проводит очень большую научную работу в различных областях безотносительно к выставочной программе.

Так, отдел микропалеонтологии только что закончил подготовку огромного указателя ископаемых микроорганизмов; эта справочная работа имеет много важных применений, и не последнее место среди них занимает изыскание нефти. Этот же самый отдел занимается сравнительным изучением современных и ископаемых коралловых рифов.

Отдел, изучающий поведение животных, занят исследованием благоприобретенных привычек в их связи с «инстинктивным» поведением; один опыт показал, например, что поведение кошки-матери содержит в себе гораздо больше благоприобретенного, чем «инстинкта». Недавние исследования отдела пресмыкающихся дают основание утверждать, что температура тела так называемых «холоднокровных» животных — ящериц — на 30° выше окружающей их температуры воздуха. Представите-

ли одного и того же вида имеют почти одинаковую температуру тела, хотя один живет в жаркой пустыне, а другой — в холодной горной местности. Как они этого достигают? Их поведение находится в зависимости от температуры. При ее повышении они больше находятся в тени, при понижении — чаще выходят на солнце.

Таким образом, исследовательская деятельность музея вносит вклад в решение общих проблем науки.

Океанография — место встречи всех наук

Первый международный океанографический конгресс был созван Специальным комитетом по океанографическим исследованиям и Американской ассоциацией научных исследований. Его сессия длилась с 30 августа по 11 сентября 1959 г. На конгрессе присутствовало более 1200 ученых из 38 стран. Советская делегация насчитывала 61 человека, более половины из них прибыли в Нью-Йорк на экспедиционном корабле «Михаил Ломоносов».

Водная поверхность нашей планеты занимает 361 млн. км², почти 70,8% площади Земли. Все океаны и моря сообщаются, поэтому они представляют собой единый Мировой океан. Объем вод Мирового океана составляет 1370 млн. км³. Объем вод суши — рек, озер и т. д. — в 350 раз меньше.

Самый большой океан — это Тихий, или Великий. Он занимает площадь около 180 млн. км². Вторым по величине является Атлантический — более 92 млн. км², затем Индийский — 75 млн. км². Площадь Северного Ледовитого океана равна 14 млн. км². Площадь всех морей составляет около 26 млн. км².

Моря и океаны — это родина всего живого, это водные пути, источники важных пищевых ресурсов, хранители минерального сырья, источники энергии. Океаны существенно влияют на погоду и на климат.

И если XIX в. был в основном столетием завоевания континентов и их колониального раздела, то примерно с середины XX в. мы являемся свидетелями интенсивного наступления на океаны. В авангарде этого наступления идет наука, вооруженная современными методами исследований и современными техническими средствами. В особенности энергично изучают Мировой океан советские, американские и английские ученые. За последнее десятилетие накоплен огромный фактический материал. На данной стадии исследований, как и в других областях знания, наступило время собраться вместе для взаимного ознакомления с достижениями, для оценки состояния молодой науки и для разработки планов дальнейших исследований.

Конгресс открылся вступительным словом его президента директора Скриппсовского института океанографии в Калифорнии Р. Ревелла, отметившего, что если люди желают разумно использовать планету, на которой они живут, то надо начать с разумного и дальновидного управления океанами. Океанография, сказал он далее, является местом встречи всех наук, и для получения ею новых важных результатов должны быть объединены идеи и знания биологов, геологов, химиков, физиков, математиков и инженеров.

Океан — родина всего живого. Одна из величайших проблем биологии — происхождение жизни, которая, вероятно, зародилась в море миллиарды лет назад, когда земная атмосфера содержала мало кислорода. Как думают ученые, метан, аммиак и вода соединились в сложные молекулы, называемые аминокислотами. Эти молекулы стали строительным материалом для протеинов — основных компонентов живого вещества. Они в свою очередь объединялись, образуя гигантские молекулы, обладавшие способностью к воспроизведению — первый шаг на пути создания живого организма.

Океаны — водные пути. Не случайно высокие цивилизации родились и развивались чаще всего на берегах моря, и не случайно промышленно сильными странами, во всяком случае до последнего времени, являлись те, население которых так или иначе было связано с мореходством. Наличие крупных естественных гаваней, возможность широко использовать морские транспортные пути или близость мест, удобных для рыбной ловли, — вот условия,

обеспечившие рост многих городов мира и даже целых стран. Эти же условия продолжают и сейчас лежать в основе значительной части мировой промышленности и определять местоположение крупных населенных центров.

Перевозка грузов морскими путями на большие расстояния — один из главных факторов международной торговли. Издавна моря служили основными и самыми дешевыми путями, обеспечивающими связь между континентами. Потребности расширявшегося мореходства вызвали к жизни физическую океанографию — науку о свойствах водных масс океанов и о физических явлениях, в них происходящих. Была организована гидрографическая служба, обеспечивающая мореплавателей точными картами прибрежной полосы моря. Были созданы прекрасные карты морских течений, выяснены в общих чертах условия их возникновения, изучается волновой режим морей и океанов.

Все эти данные учитываются при конструировании корпуса корабля; они же необходимы для правильного строительства портов и береговых сооружений, для погрузки и разгрузки судов при неблагоприятных условиях якорной стоянки, для спасательных операций и для подводного бурения скважин. Однако течения непостоянны, их быстрота и направление изменяются ежедневно. Даже хорошо известный Гольфстрим имеет изменчивое течение, в какой-то мере меняющее свое местоположение, мощность и направление. Специальные наблюдения, проведенные с нефтеналивными судами, показали, что можно выиграть время, передвигаясь по местам с более быстрым течением.

Таким образом, изучение морских течений, а также изучение и прогноз приливов и отливов могут принести очень большую пользу.

Океаны и моря — источники пищи. В водах океанов и морей сосредоточены громадные пищевые ресурсы. Однако в океанах жизнь развивается совершенно не так, как на суше. В море гораздо труднее собирать «урожай». Дело в том, что морская флора и фауна в основной массе представляет собой микроскопические растения и животные организмы, известные под названием «планктон». Непосредственно его трудно извлекать, он не обладает привычными нам вкусовыми качествами и в обычных условиях не может служить для питания людей. Но рыбы и

другие морские животные, питаясь планктоном, преобразуют его в вещества, которые в конце концов идут в пищу людям.

В океанах человек до сих пор принужден «охотиться» за пищей, он еще не научился «пасти» рыбу. Однако даже в самых «плодородных» районах морей количество съедобной рыбы, которую можно добывать рентабельно, не безгранично. Для того чтобы эксплуатация их была выгодной, требуются большие научные и технические знания и затрата денежных средств.

Морские растения и мелкие организмы, которыми питаются другие живые существа моря, существуют только вблизи поверхности воды, куда проникает солнечный свет. Но и эти воды в разных местах значительно отличаются по своему плодородию. Подобно суше, океан имеет свои зеленые пастбища, где жизнь процветает в изобилии, и свои пустыни, где едва выживают немногие жалкие растеньица и животные. Степень плодородия зависит от присутствия питательных веществ, содержащихся в воде вблизи поверхности. Они непрерывно истощаются вследствие медленного опускания остатков растений и животных из верхних слоев в темные воды глубин, и, как в сухом земледелии, питательные вещества в воде должны ежегодно пополняться.

Плодородие моря восстанавливается, когда богатые питательными веществами глубинные воды поднимаются к поверхности. Это перемешивание происходит тремя путями. В некоторых областях ветры относят поверхностные воды от берега, а воды, богатые питательными веществами, поднимаются кверху со средних глубин. В других областях зимой поверхностные воды охлаждаются почти до точки замерзания, становятся тяжелыми, опускаются и смешиваются с глубинными водами. Бурное перемешивание океана происходит и вдоль границ, разделяющих морские течения, где вода с глубины также выносится в ярко освещенную зону близ поверхности. На границах течений косяки рыбы были обнаружены далеко от побережья, главным образом, между северным экваториальным течением и экваториальным противотечением. Это открытие дало основание для новых поисков в океане, подчеркивая важность изучения движения морских вод: увеличился лов рыбы в открытом море. Ознакомление с банками и течениями облегчило лов на мелких местах

Морская рыбная ловля — не только один из древнейших человеческих промыслов, но и до настоящего времени крупнейший вид добывающей промышленности, основанной на ресурсах моря. Ежегодный улов во всех морях Мирового океана составляет 24—25 млн. т. В пресных водах добывается еще 2—2,5 млн. т.

Кроме рыбы, человек в значительном количестве добывает китов. Из этих опромных животных, весящих в среднем до 50 т, изготавливаются главным образом хозяйственные жиры, масла и корма для животных, хотя китовое мясо может употребляться также и в пищу. Убой китов достигает внушительной цифры 50—60 тыс. штук в год.

В то время, как сбор микроскопических морских растений (фитопланктона) в настоящее время экономически нерентабелен, в некоторых частях света используются родственные им «морские водоросли», растущие в мелководных местах. Эти растения, достигающие иногда многих метров в длину, встречаются в ограниченных местах у берегов, и их общая биомасса гораздо меньше, чем общая масса планктонных форм открытого моря. Но тем не менее густота произрастания делает их выгодными для сбора.

Ведущей страной по сбору водорослей является Япония, добывающая их до 300 тыс. т в год.

Море — источник минерального сырья. Ежегодно во всем мире из морей извлекается около 5 млн. т поваренной соли, в том числе 2 млн. т в Китае и 1,5 млн. т в Индии. И это — лишь ничтожная часть всей соли, содержащейся в океанах. Мировая добыча из морской воды магния составляет приблизительно 300 тыс. т в год, а брома — 100 тыс. т в год. Из морских водорослей получают йод. На береговых отмелях (пельфах), являющихся подводным продолжением континентов, во многих странах мира добывается нефть, которая образовалась, как предполагают многие ученые, путем разложения органических веществ на дне древних, очень продуктивных морских бассейнов. Эти громадные запасы нефти свидетельствуют о том, что дно океана может дать очень большое количество органических веществ. Море содержит еще много других химических продуктов, но в такой малой концентрации, что еще не найден выгодный метод их извлечения. Над этой проблемой усиленно работают химики.

Море — источник энергии. Волны и течения содержат громадное количество энергии, но эта энергия распределена на таких обширных пространствах, что до недавнего времени эксплуатация ее считалась нерентабельной.

Технический прогресс в строительстве турбин открыл новые возможности. Во Франции, на эстуарии р. Ранс, уже осуществляется проект большой электростанции мощностью в 360 тыс. кВт, которая будет приводиться в действие морским приливом.

В дальнейшем в случае успеха намечаются более обширные работы, которые охватят весь залив Мон-Сен-Мишель. В итоге здесь может вырабатываться такое количество электроэнергии, которое приблизительно равно половине электроэнергии, потребляемой Францией в настоящее время. Для выполнения таких проектов нужно не только превосходно знать приливы, отливы и течения, но и полностью изучить те последствия, которые могут иметь эти работы для навигации и рыболовства, а также знать как они повлияют на конфигурацию побережья.

В течение многих лет французские инженеры изучают возможность использования относительно значительной и постоянной разницы температуры, которая существует между водой на поверхности тропических морей и в их глубине. Экспериментальная установка такого рода будет скоро закончена в Абиджане (Берег Слоновой Кости).

Физическая океанография и метеорология. Мы привыкли считать океанографию и метеорологию отдельными науками. Однако в настоящее время выяснилось, что для правильного понимания многих природных явлений необходимо изучать обмен энергии и вещества между гидросферой и атмосферой. Поэтому эти науки не могут рассматриваться вне их взаимосвязи.

Важнейшее значение имеет изучение динамики водных масс — течений и колебательных движений воды.

Течения на поверхности океана хорошо изучены, но глубинные течения еще мало известны. Сейчас прямые измерения течений проводятся с помощью акустических передатчиков, помещенных в поплавках, дрейфующих на постоянной глубине. В результате были сделаны важные открытия. За несколько последних лет таким способом были открыты четыре крупных подповерхностных океанических течения — реки в глубинах океана, каждая из которых в несколько раз длиннее Миссисипи.

Из колебательных движений воды наиболее важными являются приливы, детальное изучение которых проводилось в течение очень длительного времени. Современные исследования в основном направлены на выяснение влияния метеорологических условий на приливы и на длительные вариации среднего уровня моря, повторяющиеся через каждые 19 лет. Давно уже установлено влияние океанских приливов на уровень твердой коры Земли, но существует также и обратное влияние «земных приливов» на морские.

Основными колебаниями с небольшим периодом отличаются волны и ветровые волны. Анализ этих явлений производится при помощи определения спектра длин волн поверхностных возмущений моря. Изучение спектров ветровых волн привело к большим открытиям, в частности, было дано точное описание состояния поверхности. Движение поверхности моря сказывается на движении кораблей.

Значительные успехи в области исследования волн были сделаны за счет использования электронных счетно-решающих устройств.

Большое практическое значение имеет вопрос о воздействии волн на такие постоянные сооружения, как например, волнорезы и пирсы, а также проблема переноса волнами твердого вещества — песка и наносов.

Кроме поверхностной ветровой волны, существуют определенные колебания с большим периодом, который достигает нескольких минут или даже нескольких часов. О происхождении этих колебаний известно очень мало, хотя несомненно, что их вызывают какие-то возмущающие явления. Их могут порождать атмосферные возмущения, распространяющиеся со скоростью, которая соответствует скорости движения этих волн.

Целый ряд поверхностных возмущений моря вызывается землетрясениями и подводными извержениями. Такие явления систематически регистрируются в большом количестве пунктов на поверхности всего земного шара.

Наконец, еще одним типом колебаний является движение поверхностей раздела между различными глубинными слоями океана, имеющими различную температуру и соленость. Волны, образующиеся на этих поверхностях раздела, движутся медленнее, чем волны на поверхности, но имеют гораздо большую амплитуду. Их изучение важно как с точки зрения вызываемых ими возмущений в распространении звука, так и с точки зрения того огромного

влияния, какое они оказывают на перемешивание различных слоев в океане.

Совершенно отдельно от всех упоминавшихся выше видов движений стоят глобальные вариации в среднем уровне моря в различных точках земного шара, значение которых еще изучается.

Климаты Земли, изучением которых занимаются метеорологи, в значительной степени зависят от ветров и течений и их роли в распределении тепла, получаемого Землей от Солнца.

Основная функция поверхности океанов — передача тепла внутрь и выделение его в атмосферу. Ветры и течения переносят тепло, особенно от низких широт к более высоким, и смягчают климат как тех, так и других. Атмосфера является центром активной циркуляции; она получает тепло снизу, от суши и от морей, главным образом, благодаря теплопроводности водяных паров, и охлаждается сверху путем излучения тепла в межпланетное пространство.

Ветры и морские течения оказывают также влияние на вертикальное расположение воды разной плотности в океане, а оно, в свою очередь, оказывает влияние на разнообразие климата. Все эти факторы тесно связаны между собой, их трудно отделить друг от друга.

Сама метеорология как наука занимается описанием и объяснением динамических процессов и физических явлений, происходящих в атмосфере Земли. Структура атмосферы гораздо сложнее, чем строение океана, и для ее определения необходимо большее число переменных величин. Подобно океанографии, метеорология, в сущности, основана на методах наблюдения, так как в лаборатории невозможно воспроизвести физические условия атмосферы и океана. Поэтому в области метеорологии научный прогресс зависит от развития сети станций наблюдения. Шкала атмосферных явлений чрезвычайно широка, начиная от местных возмущений и кончая общей циркуляцией воздушных масс, оказывающей влияние на большую часть земного шара. Сеть станций наблюдения должна быть построена таким образом, чтобы расстояние между станциями не превышало размеров наблюдаемых явлений. Интервалы времени между наблюдениями должны быть достаточно короткими по сравнению с продолжительностью этих явлений.

Некоторые части земной поверхности плохо подходят для установления постоянной сети наблюдательных станций. Это, в частности, относится к океанам, пустыням и полярным областям. Очень важно, чтобы время от времени в такие области посылались исследовательские экспедиции для установки временных постов наблюдения.

Теперь стало возможным изучение свойств атмосферы на очень больших высотах при помощи ракет. Например, измерения были проведены на высоте, где атмосферное давление составляет 100 миллибар, или одну десятую нормального давления атмосферы, и даже выше. Это дало совершенно новые результаты. Одним из таких результатов было открытие в верхних слоях атмосферы течений, известных под названием струйных. Благодаря этому в настоящее время может быть изучен количественно обмен энергии между различными широтными зонами. Такие исследования приведут к новым открытиям закономерностей циркуляции атмосферы над поверхностью всего земного шара.

Усовершенствования во всей сети метеорологических станций привели к созданию наравне с синоптической и динамической метеорологии. Благодаря сочетанию этих двух наук и применению высокоскоростных электронных счетно-решающих устройств, состояние атмосферы может получить характеристику не только на основе данных текущего наблюдения (синоптическая метеорология), но и путем более сложных расчетов (динамическая метеорология).

Геология океанического дна. До недавнего времени геологические данные о строении и истории развития земной коры относились исключительно к области континентов. Сведения же о пространствах, занятых океанами, практически полностью отсутствовали, за исключением отрывочных фактов о геологическом строении островов и о некоторых извлеченных со дна образцах горных пород. Геологи считали, что земная кора под океанами развивается и устроена так же, как и на континентах. Ведь на современных континентах морские отложения встречаются почти повсеместно; это значит, что любой континент неоднократно погружался ниже уровня океана. Естественно было думать, что если континенты были некогда океанами, то и океаны могли быть когда-то континентами.

Однако были и другие точки зрения. Они исходили из того, что хотя большая часть континентов и являлась в тот

или иной период дном моря, то это море было всегда сравнительно мелководным. Дном же глубокого моря, а тем более океана ни одна часть современных континентов никогда в течение геологической истории, по-видимому, не была.

Сейчас стало аксиомой, что изучение геологического строения земной коры без изучения геологии океанического дна невозможно.

В связи с прогрессом техники морских исследований и широким применением геофизических методов познание строения дна океанов существенно двинулось вперед.

Главным достижением последних лет в этой области явилось установление коренного различия в строении земной коры под океанами и на континентах. Многочисленные сейсмические зондирования, проведенные в различных частях Тихого, Атлантического и Индийского океанов, показали, что подокеанская земная кора имеет мощность всего 5—8 км. Для континентов характерны значительно большие мощности. Эти данные вполне согласуются и с результатами гравиметрических определений на океанах, которые указывают, что кора под океанами очень тонкая.

Не менее интересные сведения были получены и о рельефе океанического дна с его сложными формами. Обнаруженные подводные горные цепи и пороги, конечно, существенно влияют на циркуляцию океанических вод.

Из сказанного выше видно, что океаны — эти сложные природные образования с многообразными присущими им явлениями — требуют комплексного изучения. В океанах все физические, химические, биологические и геологические явления взаимосвязаны и взаимообусловлены.

На заседаниях конгресса

Программа Первого международного океанографического конгресса отражала основные тенденции современного направления развития науки об океанах. Ведущий принцип, положенный в основу программы конгресса, состоял в том, что проблемы были сформулированы как

комплексные, решаемые различными науками с применением разнообразных методов исследования. Каждая из больших комплексных проблем подразделялась на более или менее узкие разделы.

Для того чтобы показать, какими разнообразными вопросами занимается современная океанография, мы приведем полностью программу конгресса. Она выглядела так:

I. И с т о р и я о к е а н о в

1) Форма и строение океанических бассейнов и связанные с этим силы.

2) История морской воды.

3) Происхождение жизни.

4) Стратиграфия глубокого моря и следы морского климата.

II. Н а с е л е н и е м о р я

1) Животный мир и влияние среды.

2) Физиология и поведение морских организмов.

3) Разведение морских организмов.

4) Физиология морских организмов в связи со средой.

5) Эволюция и приспособление в море.

6) Палеобиогеография.

7) Зоопланктон и его связь с гидрологическими условиями.

III. Г л у б о к о е м о р е

1) Донные и батипелагические организмы.

2) Турбулентный перенос.

3) Глубоководная циркуляция.

4) Происхождение, распределение, состав глубоководных осадков и процессы, влияющие на них.

5) Ядерные процессы в донных осадках.

6) Океаническая циркуляция и связанные с этим проблемы.

IV. Г р а н и ч н ы е з о н ы м о р я

1) Влияние суши на распределение организмов.

2) Эпиконтинентальные донные осадки и процессы на границе воды.

3) Эстуарная и прибрежная циркуляция.

4) Взаимодействие между морем и воздухом.

5) Спектр уровня моря.

V. К р у г о в о р о т о р г а н и ч е с к о г о и н е о р г а н и ч е с к о г о в е щ е с т в а в м о р е.

1) Химия морской воды.

2) Первичная продукция.

- 3) Обмен между воздухом и водой.
- 4) Пищевые связи.
- 5) Биологические активные вещества.
- 6) Баланс живой и мертвой материи в море.
- 7) Обмен между морской водой и донными осадками.

При всех своих достоинствах выбранная система работы конгресса создавала и некоторые трудности. Основная трудность заключалась в том, что один и тот же научный вопрос, как, например, глубинные течения, рассматривался в различных секционных заседаниях, нередко одновременно. Это не позволяло охватить вопрос со всей глубиной. Другая трудность состояла в том, что далеко не все ученые, принимавшие участие в работе отдельной секции, обладали достаточной широтой знаний, чтобы охватить проблему во всей полноте.

Все это создавало затруднения с развертыванием дискуссий. Поэтому призыв президента конгресса Р. Ревелла: «Разжигайте огонь дискуссий» — не мог получить желаемого отклика. Лишь по некоторым вопросам удалось провести более или менее оживленный обмен мнениями.

В общем на конгрессе преобладали доклады по биологии — около 150 на секционных заседаниях и больше 10 на пленарных, — причем многие из них носили узко специальный характер.

На втором месте стоят доклады по физической океанологии — соответственно 118 и 6, затем по рельефу дна — 108 и 8 и химии — 67 и 3.

Преобладание докладов, посвященных вопросам биологии, не случайно. Это отражает общий ход истории исследования океана — с самого начала биологические исследования были наиболее многочисленными из всех видов морских работ. Но знаменательно, что на втором месте стоят работы по физической океанологии. Это показывает существенный рост значения таких исследований, большой прогресс в изучении физических процессов в океане, причем намечается дальнейший рост роли этих исследований как основы для многих отраслей океанологии.

В биологических докладах сказывалось стремление к выявлению закономерностей, охватывающих весь океан в целом, к количественному выражению совершающихся в нем жизненных явлений и к установлению географической зональности в их распределении. Иначе говоря, весь комп-

лексе рассматриваемых вопросов охватывался понятием о биологической структуре океана.

Много внимания было уделено изучению жизни на наибольших глубинах океана, в частности, вопросу о возрасте глубоководной фауны. Мнения здесь разделились: одни ученые считают, что глубоководная фауна хранит в наибольшем количестве древние и примитивные формы, а другие, — что в этом отношении между поверхностными и глубинными водами существенных различий нет.

В ряде докладов разбирался вопрос об определении первичной продукции (главным образом методом C^{14}) и размеров ее в разных частях океана. Большая всеохватывающая схема широтных изменений в распределении жизненных явлений в океане в связи с основными факторами среды была представлена советским ученым В. Г. Богоровым.

Многие доклады содержали данные по географическому распределению пелагических и донных организмов и по вертикальной зональности глубоководной фауны. Казалось бы, что условия жизни глубоководной фауны везде одинаковы. Однако выяснилась удивительная закономерность ее распространения. Одни организмы встречаются только в высоких широтах обоих полушарий, другие — только в экваториальной зоне.

Большой интерес морских биологов привлекают в последнее время пелагические личиночные формы донных беспозвоночных, их экологические особенности и их значение в расселении донных животных через обширные океанические просторы.

Недавно начатое изучение бактериального населения океана дает основание связывать распределение отдельных форм бактерий с водными массами и использовать бактерии в качестве индикаторов этих масс.

В вертикальном распределении океанических бактерий наблюдается определенная закономерность. Для бактерий верхних слоев моря давление в 300—600 атм уже смертельно. С другой стороны, глубины океана заселены барофильными (приуроченными к высокому давлению) микроорганизмами, выносящими давление до 1000 атм.

В одном из докладов было рассмотрено распределение организмов поверхностной пленки воды, так называемого «плейстона», в связи с системой поверхностных течений северной половины Тихого океана, и установлена тесная взаимосвязь между ними.

Ряд докладов был посвящен вертикальным миграциям планктона, которые, по данным советских ученых, захватывают всю толщу океанских вод, но имеют ступенчатый характер.

Основными проблемами в области *физической океанографии* на конгрессе были характер и темп циркуляции, а также возраст глубинных океанических вод. В этом вопросе между океанологами существуют наиболее резкие расхождения. Он приобрел за последние годы большую актуальность в связи с проблемой удаления радиоактивных отходов. Некоторые страны, в первую очередь США и Англия, считают возможным использовать для этой цели глубины океана. Американские океанологи, опираясь главным образом на метод определения возраста водных масс по C^{14} , устанавливают возраст глубинных вод в некоторых частях Атлантического океана в 600—700 лет, а в Тихом океане в 1500—2000 лет. Однако прямые наблюдения показывают скорость передвижения глубинных вод в несколько сантиметров, а нередко десятков сантиметров в секунду. На этом основании, а также используя и другие данные, многие океанологи считают, что океанские воды совершают свой оборот в несколько десятков лет. Для вопроса о распространении в океанах радиоактивных веществ очень большое значение приобретают явления биоциркуляции (миграции водных организмов), ускоряющие этот процесс. Кроме того, многие морские организмы способны накапливать в своих телах радиоактивные вещества.

Значительное внимание конгресс уделит вопросам турбулентного перемешивания, о котором говорилось в докладах советских ученых, вызвавших большое одобрение и обстоятельную дискуссию. Была показана огромная роль этой формы перемешивания в пограничных областях между разными водными массами, по границам течений и т. д.

Большинство докладов по разделу *физической океанографии* было посвящено анализу морских течений в прибрежных водах и в областях экваториальных противотечений, а также в поверхностных слоях моря и в его глубинах. Эти доклады охватили весь Мировой океан, от Северного Ледовитого океана до вод Антарктики.

Во многих докладах рассматривались вопросы волновых колебаний: ветровые, внутренние, приливные колебания и колебания уровня моря, взаимодействие моря и атмосферы, катастрофические волны (зыбь, цунами)

уплотнение морских вод при смещении, адиабатические процессы (небольшие повышения температур под влиянием давления на больших глубинах).

Доклады по *морской геоморфологии* или сообщения, в той или иной степени связанные с рельефом морского дна, заняли на конгрессе довольно большое место. Всего было сделано 40 таких докладов.

За последние годы советские океанографы детально изучили рельеф дна морей, омывающих Антарктиду, а также северной половины Тихого океана, исследованием которого занимались и японские ученые; американские и немецкие океанографы провели детальное изучение дна северной половины Атлантического океана. Пристальное внимание океанологов было сосредоточено на подводных меридиональных хребтах, пересекающих все океаны.

Как выяснилось из докладов на конгрессе, за рубежом основное направление работ в настоящее время составляет комплексное геолого-геофизическое изучение строения земной коры в океанах и зонах перехода к континентам; изучение геофизических полей (магнитного, гравитационного, теплового) на территории океанов. В этом комплексе явно преобладают геофизические работы и среди них сейсмическое зондирование. На конгрессе был, по существу, лишь один гравиметрический доклад, однако, как показало посещение Ламонтовской обсерватории, размах гравиметрических работ чрезвычайно велик.

Благодаря наличию в США сейсмографов с очень большими периодами представлялось возможным проследить поверхностные сейсмические волны весьма больших периодов (до 600 сек.), которые проникают на большие глубины в сотни километров. Этим методом удалось подойти к решению очень важного вопроса о свойствах подкоровой среды под континентами и океанами. Дальнейшие исследования в этой области представляют огромный интерес. Заслуживали также большого внимания данные и о строении Срединно-Атлантического вала, или хребта, которые впервые указали на особенности этого образования. Вместе с тем некоторые доклады указывали на широкую постановку геотермических исследований, например, доклад Максвелла о тепловом потоке через дно океанов и доклад Райма и Шора о строении коры по данным сейсмического зондирования. Впервые была сделана попытка картирования теплых потоков, что сразу же привело к интереснейшим

сопоставлениям со строением и рельефом дна. Оказалось, что имеются зоны очень больших тепловых потоков, приуроченные к наиболее подвижным сейсмическим областям с особым строением коры. Дальнейшее развитие этих работ неизбежно приведет не только к решению важнейших теоретических проблем геологии и геофизики, но и к практическим результатам.

Представлял интерес также доклад Дрейка с соавторами о комплексных исследованиях в Красном море. Впервые удалось выяснить особенности этой структуры, входящей в зону Восточно-африканских разломов. Это особенно важно ввиду сходства ее с Байкальской впадиной.

Из докладов по общим вопросам морской геологии и геоморфологии следует отметить также доклад Б. Хейзена «Перемещение континентов и происхождение подводного рельефа», в котором этот ученый предостерег против увлечения гипотезой движения материков, поскольку в этом случае сдвигания материков послужили бы основной причиной образования главнейших форм дна, чего не наблюдается на самом деле. Положение Срединно-Атлантического хребта и его морфология находятся в противоречии с теорией перемещения континентов Вегенера.

Естественно, что большой интерес вызывают расположение, возраст и рельеф глубоководных желобов, в том числе детально изученной «Витязем» Курило-Камчатской впадины. По их крутым склонам могут происходить огромные оползни и землетрясения, вызывающие явления цунами.

Интереснейшее образование, открытое советскими океанографами, — краевой желоб, опоясывающий Антарктиду на протяжении свыше 2000 морских миль и, по-видимому, соответствующий периферическому разлому земной коры в области антарктического шельфа. Такие же разломы на шельфе Норвегии были установлены Г. Хольтедалем.

Большое значение в формировании рельефа дна не только шельфовой зоны, но и глубоких частей океанов за рубежом придается так называемым мутьевым потокам. Речные и прибрежные воды после штормов, морские воды в районах подводных обвалов, оползней и извержений наполняются массой мути. Вода с мутьевой взвесью имеет большой удельный вес и, устремляясь по склонам, роет углубления, овраги, каньоны до самых больших глубин, заполняя осадками долины подводного ложа океана.

В ряде докладов рассматривались процессы образования осадков. В докладе д-ра Гамильтона речь шла о полученных в электронной лаборатории ВМФ США новых данных по физическим свойствам осадков и по их изменению в процессе диагенетических преобразований осадков. Приведены новые данные о скорости звука в различных типах донных осадков, о пористости, влажности и изменении объемного веса осадков при их уплотнении. Автор сделал весьма интересное заключение, что для получения 1000 м уплотненных осадков необходимо 5090 м современных глинистых терригенных илов или 2580 м современного глобигеринового ила. Пестрое распределение на дне осадков различного вещественного состава могло привести при их уплотнении к изменению рельефа поверхности морского дна за счет неравномерной усадки донных осадков.

Около 80 докладов было посвящено вопросам *химии моря*, атмосферы, океанических вод и осадков, а также палеохимии океана. Центральной проблемой химии атмосферы является баланс углекислоты в системе «атмосфера — океан». Значение CO_2 в атмосфере и ее роль в тепловом балансе Земли огромны. Океан служит регулятором содержания углекислоты в атмосфере. Современная техника засоряет атмосферу все возрастающим количеством углекислоты, что сказывается и на океане. Пока еще спорен вопрос, какое именно количество CO_2 поглощается поверхностью океана из атмосферы.

Много докладов было посвящено распределению в океанских водах отдельных элементов — алюминия, бора, меди, железа, йода, марганца, азота, фосфора, кремния, карбонатов, органического вещества, а также радиоактивных элементов.

В качестве общих выводов можно сказать, что Первый Международный океанографический конгресс, несомненно, имел громадное значение для дальнейшего развития науки.

Он дал возможность участникам познакомиться со всем новейшим фактическим материалом океанографических работ, с новыми методами морских исследований и, таким образом, получить ясное представление о современном уровне океанографической науки.

Четыре основные раздела океанологии — геология и морфология океанического дна, физика моря, химия и биология океанических вод были достаточно полно представлены в заслушанных докладах.

Конгресс явно показал огромное значение комплексных исследований океана и в ряде случаев — пользу одновременного осуществления этих исследований на большой площади океанов.

Конгресс отметил важность и необходимость международного сотрудничества в изучении океанов, в использовании их для народного хозяйства и призвал океанографов мира к научной кооперации и к расширению фронта работ. Он подчеркнул актуальность международных исследований Индийского океана, намеченных на ближайшие пять лет. Он призывал к разумному и дальновидному использованию океанов, основанному на знаниях.

Хотя организаторы конгресса все время подчеркивали, что они занимаются только научными вопросами, но на самом деле за «чистой наукой» всюду были видны крупные практические начинания. Об этом говорилось в заключительной речи проф. Айзелина, ученого из Океанографического института в Вудсхолле (Массачусетс), сообщалось в бюллетенях конгресса, об этом же свидетельствовали и экспонаты небольшой выставки.

По мнению проф. Айзелина, знания об океанах скоро продвинутся настолько, что на их основании техника начнет приносить пользу человечеству в широком масштабе. На очереди дня — регулирование климата при помощи искусственного дождевания, управление переносом влаги при помощи воздушных течений, воздействие на глубинные течения и на ледовую поверхность северного и южного океанов. Ведь многие атмосферные явления, по-видимому, метастабильны: даже слабое воздействие может породить очень мощный процесс. При достаточном понимании механизма формирования погоды и климата мы будем в состоянии открыть «точки давления» в атмосфере, где воздействие в пределах человеческих возможностей сможет контролировать «тепловой двигатель» моря и воздуха.

Человек должен в ближайшие годы перейти к новому, рациональному рыбному хозяйству, при котором он перестанет быть «охотником», а, подобно фермеру, начнет разводить нужные сорта рыб и «пастись» их, как пасут стада скота.

Наконец, человек сможет извлекать со дна океана различные полезные ископаемые — нефть, газы, марганцевые конкреции (стяжения), местами покрывающие дно, и другие минеральные богатства.

На выставке и в специальном бюллетене сообщалось о проекте бурения глубокой океанической скважины около о-ва Пуэрто-Рико (Атлантический океан). При этом бурении предполагается сначала пройти четырехкилометровую толщу воды, а затем около 6 км земной коры до так называемого пограничного раздела Мохоровичича, за которым лежит загадочная земная оболочка, или мантия. Осуществление такого бурения с корабля принесет не только ценные научные данные о всей толще морских отложений, о глубинном строении земной коры, но одновременно и большой технический опыт, который позволит в ближайшем будущем широко эксплуатировать залежи нефти под толщами глубоких вод океана. Этот проект уже рассматривается не только с научной, но и с технической и организационной стороны. Его осуществлению, намечаемому на ближайшее четырехлетие, деловые и научные круги США придают очень большое значение.

Морскими геологами США совместно с металлургами показана также экономическая целесообразность и техническая возможность добычи марганца, никеля, кобальта и меди из железо-марганцевых конкреций, покрывающих большие площади океанского дна. В конкрециях содержится в среднем 20% марганца и по 0,5% никеля, кобальта и меди. Запасы их практически неисчерпаемы. Разработана система глубоководного драгирования и гидравлического способа добычи, дающие возможность получать 5000 т конкреций в сутки со стоимостью работ 70 млн. долларов. Это обеспечит потребность США в марганце на 26%, в никеле — на 6%, кобальте — на 196%, меди — на 0,6%.

В гостях у зарубежных ученых

Для участия в сессии конгресса в Нью-Йорк прибыли из ряда стран океанографические исследовательские суда, представляющие собой, по существу, плавучие лаборатории. К числу таких судов относятся: наш «Ломоносов», прервавший на две недели свой очередной атлантический рейс, известное французское судно «Калипсо» и

несколько американских исследовательских судов, в частности, «Атлантис» и «Чайн».

Участники конгресса имели возможность посетить эти суда и ознакомиться с их лабораториями и оборудованием. Всеобщее восхищение вызвал «Ломоносов» своими размерами, множеством отдельных лабораторий и их оборудованием, а также большим числом научного персонала. До настоящего времени американские исследовательские корабли были невелики. Лишь в ближайшее десятилетие в США предполагают построить несколько крупных исследовательских судов.

Мы остановимся подробно только на французском исследовательском судне «Калипсо», плавающем под командой хорошо известного советскому читателю и кинозрителю капитана Жака-Ива Кусто.

Моторное судно «Калипсо» представляет собой 360-тонный минный тральщик. Длина судна — около 12 м. Оно построено из дерева и имеет радиус плавания 5000 миль. Кусто ввел в оборудование судна замечательные новейшие приспособления для подводных исследований. К особенностям снаряжения судна относятся погруженная в воду на 8 футов камера под носовой частью судна, откуда ученые могут наблюдать подводный мир; колодец посередине судна, благодаря которому водолазы могут нырять через дно корабля, а также кормовая подъемная площадка.

На «Калипсо» находится экспериментальный экземпляр батисферы — «подводной тарелки», как шутя называет ее конструктор Перес. В батисфере, имеющей форму чечевицы, всего два сидяче-лежащих места — для пилота и наблюдателя, впереди два иллюминатора, фото- и киноаппарат. Двигатель и установка для очистки воздуха размещены между внутренней и наружной стенкой широкой части «тарелки». Снизу укреплены два груза весом по 20 кг; вверху — прожектор. В воде вся батисфера весит 20 кг. Если сбрасывается груз, она теряет этот вес и приобретает нейтральную плавучесть. Сбрасывание второго груза обеспечивает всплытие. Для управления служат газоотводы, позволяющие регулировать направление движения и положение батисферы. В распоряжении экипажа имеются две торпеды размером около 1 м, которые служат для передвижения водолазов под водой; для больших глубин изготовлены специальные «сани»,

которые волочатся по дну во время фотосъемки и позволяют проводить подводную киносъемку. Есть и подводный телевизор. Широко практикуется работа с аквалангами. Для этой цели имеется компрессорная установка. На «Калипсо» имеется фотолаборатория с охлаждением воздуха, позволяющая обрабатывать цветные filmy непосредственно в рейсе.

Но сам Ж.-И. Кусто справедливо считает, что человек — самый лучший океанографический прибор, и поэтому особое внимание он уделяет подбору экипажа.

Вот некоторые члены экипажа «Калипсо». Жак-Ив Кусто — начальник экспедиции, директор Океанографического музея в Монако. Он французский военный офицер в отставке, соизобретатель водолазного бескафандрового аппарата — акваланга. Франсуа Сау — шкипер «Калипсо», французский морской офицер в отставке, водивший всевозможные суда на свете, начиная от индо-китайской джонки и кончая военными крейсерами. Его слабость — в свободное время носиться по морям на гоночных яхтах. Андре Лабан — начальник технической группы экспедиции, директор Французского подводного исследовательского центра, где конструировались новые исследовательские устройства для «Калипсо», включая батисферу, которую построил инженер-подводник Жан Моллар. Ветеран матрос-водолаз Арман Дафсо работает с несколькими подводными камерами собственной постройки. Американец Ллойд Бреслау, ассистент проф. Эджертона в Массачусетском технологическом институте, руководит всеми фотографическими глубоководными работами экспедиции. Альберт Фалько — начальник водолазной экспедиции, экс-чемпион мира по рыбной ловле с острогой. Сейчас он предпочитает наблюдать и фотографировать рыб.

На борту «Калипсо» мы также познакомились с доктором Жан-Мари Перес — директором Эндумской морской станции в Марселе и одним из смелых исследователей больших глубин при помощи батискафа.

Кроме посещения исследовательских судов, для участников конгресса была организована экскурсия в Ламонтскую обсерваторию Колумбийского университета. Это целый научно-исследовательский институт со штатом около 300 человек, возглавляемый проф. Юингом. Работы обсерватории по морской геологии, геохимии и в особенности по геофизике имеют мировую известность. Обсерва-

тория расположена в исключительно живописном месте на берегу р. Гудзон, недалеко от Нью-Йорка.

Обсерватория имеет несколько корпусов и большое количество вспомогательных помещений. В центральном корпусе находится конференц-зал, библиотека, кабинеты ряда научных сотрудников. Отдельно от основного здания расположен корпус для точных лабораторных исследований.

Особенно большое внимание здесь уделяется радиоизотонным исследованиям морских осадков. Именно здесь был развит метод определения возраста морских осадков и вод с помощью изотопа C^{14} , ряд методов для определения возраста по изотонам ряда других элементов, а также по радиоактивным элементам. Обращает на себя внимание исключительная продуманность в постройке лабораторного одноэтажного корпуса, очень простой конструкции, с светлыми просторными помещениями, сильной вентиляцией, подводкой разного тока. Все сделано исключительно просто и удобно. Оборудование лабораторий очень богатое. Так, например, в геохимической лаборатории две большие комнаты занимают установки для очистки изотопа углерода C^{14} . В отдельных помещениях находится несколько масс-спектрометров наиболее современных конструкций, а также две автоматические установки для определения C^{14} в образцах.

Отдельно помещается хранилище проб донных осадков, собранных судами обсерватории. Хранилище построено очень удобно, представляет собой светлое сухое помещение с цементным полом и металлическими стеллажами для хранения проб. Здесь же находятся несложные приспособления для выталкивания колонок из грунтовых труб, а также для предварительной обработки проб и отбора их для более детальных исследований.

Обсерватория располагает весьма совершенными приборами для морских сейсмо-акустических и гравиметрических исследований. Известны многочисленные работы обсерватории по вопросам морской акустики и, в частности, распространению звуков взрывов.

Сейсмическая станция обсерватории оборудована 21 сейсмографом различных типов. Это фактически как бы несколько станций. Сейсмографы позволяют с равным успехом вести как наблюдения за близкими землетрясениями, так и телсейсмические наблюдения в очень широком диа-

пазоне периодов от долей секунды до нескольких сотен секунд.

Именно это и обусловило получение тех интересных данных, о которых было доложено проф. Юингом на конгрессе. Обсерватория проводит сейсмическое зондирование дна океанов при помощи искусственных взрывов на профилях длиной до 150 миль. Заряды колеблются от нескольких фунтов в ближайших частях профиля до 300 фунтов в удаленном конце. Частота пунктов уменьшается по мере удаления по профилю. Простреливание ведется, как правило, в обе стороны.

Такого рода работы в США охватывают обширные и интереснейшие районы почти всех океанов. Особенно интересны работы в Карибском море, Мексиканском заливе, в Тихом океане, а также изучение строения Срединно-Атлантического хребта.

Как один из примеров применения комплекса геологических, гравиметрических и сейсмических работ можно привести профиль земной коры через Центральную Мексику, с которым участники конгресса были ознакомлены уже после окончания сессии. Этот профиль получен усилиями ряда организаций США и Мексики и опубликован Пан-американским институтом. На профиле обращает на себя внимание область расширения веществ у самой подошвы коры под центральной возвышенностью. Здесь впервые удалось обнаружить причину вертикальных поднятий коры, связанных с ними землетрясений и магматических процессов.

Такие исследования при их детализации могут дать ценнейшие сведения о природе землетрясений, о путях и причинах формирования вулканических очагов и магм, являющихся нередко носителями различных полезных ископаемых.

Посещение Ламонтской обсерватории показало, что она проводит также очень обширные гравиметрические работы на всех океанах и на многих морях. Гравиметрические работы ведутся маятниковыми приборами Веннинг-Мейнеса с подводных лодок и гравиметрами Граафа как с подводных лодок, так и с надводных судов. Маршрутами покрыты почти все площади океанов. Однако готовых гравиметрических карт на всю заснятую территорию еще нет; по словам доктора Уорзела, который ведает гравиметрией в Ламонте, они испытывают большие затруднения с обра-

боткой полученных результатов, которая сильно отстаёт, несмотря на попытки применения новейших вычислительных средств.

Интересными были профили через океанские разломы, вычисленные по гравиметрическим данным с помощью

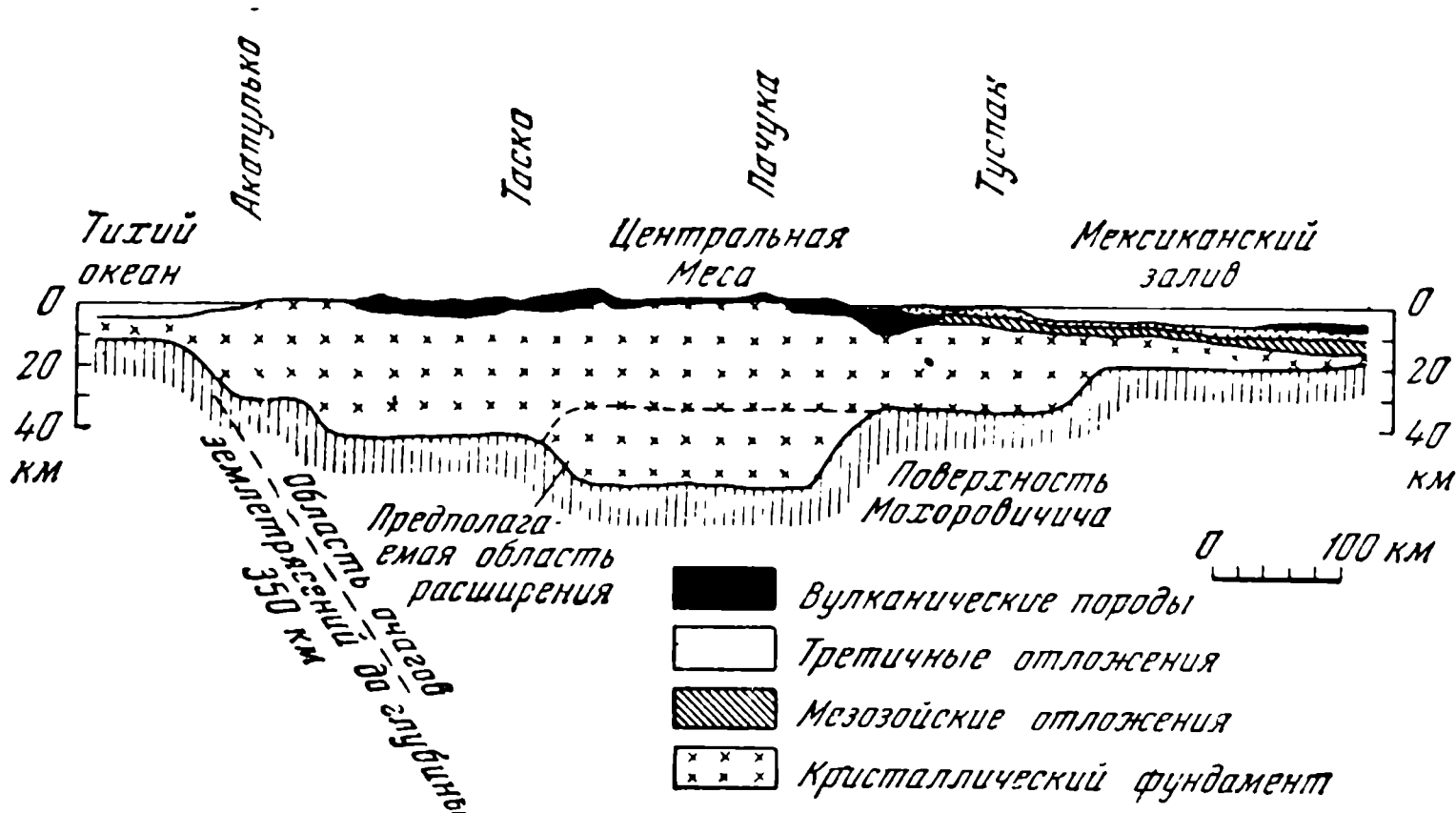


Рис. 5. Профиль через Мексику и Мексиканский залив, по геофизическим данным

новых счетных машин. Обращает на себя внимание чрезвычайно высокая точность морских гравиметрических работ. Маршруты планируются с учетом контрольных пересечений.

Группе советских ученых, участников Международного океанографического конгресса, представилась возможность посетить г. Майами, известный своим крупнейшим морским аквариумом — океанарием.

Океанарий, построенный в 1955 г., расположен в 5 км от города, на пизменных берегах живописного о-ва Вирджиния-Ки, покрытого рощами пальм и болотных кипарисов.

Под океанарий отведен участок земли площадью 22 га, емкость его бассейнов равна 7,5 млн. л. Мощная система циркуляции обеспечивает подачу в аквариумы 22,5 тыс л фильтрованной морской воды в минуту, т. е. количества, достаточного для водоснабжения города с населением в 80 тыс. жителей.

Океанарий состоит из шести основных частей: главного, или центрального бассейна емкостью более 2 млн. л, 26 стенных аквариумов, бассейна коралловых рифов, 250-метрового кольцевого акульского канала, «заповедных островов» и «арены морских спектаклей».

За обитателями главного бассейна (диаметром 24 м и глубиной около 7 м) можно наблюдать с трех уровней: сквозь смотровые окна, снабженные двойными стеклами, на двух первых этажах и со скамеек на крыше здания.

Здесь демонстрируются прыжки дельфинов-афалин. На высоте 4—5 м над поверхностью воды расположен балкончик в форме шляпки. На нос этой шляпки взбирается служитель с рыбой в руке и трубит в большую раковину, сзывая дельфинов. Из воды стремительно вылетает огромный дельфин, ловко хватая рыбу и шлепается обратно в воду, обдавая брызгами толпящихся вокруг посетителей.

Интересна и процедура подводного кормления обитателей бассейна. Водолаз опускается на дно с металлической корзиной, наполненной кусками рыбы. Дельфины и огромные черепахи снуют вокруг него, расталкивая друг друга и оставляя позади неповоротливых скатов и мелких рыб. Каждый стремится засунуть голову в корзину и ухватить побольше лакомых кусков.

Население главного бассейна весьма разнообразно. Из морских черепах в океанарии, помимо очень крупных экземпляров каретт, имеются также зеленая черепаха и редкая черепаха Ридлея. Среди скатов следует прежде всего отметить гигантских (до 500 кг весом) «морских дьяволов», или мант; их головы снабжены своеобразными плавничками, похожими на рога. Здесь же можно наблюдать скатов-орляков, которые медленно плавают, шевеля своими пятнистыми крыльями-плавниками, и скатов-хвостоколов, обычно лежащих неподвижно на дне.

Из других интересных рыб здесь обитают разнообразные снапперы, грунеры и некоторые другие представители морских окуней, в том числе 200-килограммовая джу-фиш — медлительная, с постоянно приоткрытым ртом. В этом бассейне содержатся также двухметровая зеленая мурена, кобия, бермудский чаб, крупный экземпляр пилы-рыбы, держащиеся вблизи поверхности узкие змеевидные сарганы и обитающие у дна сомки, «урчащие» рыбы-

гронты, спинороги и др. На смотровых окнах нередко можно видеть странную рыбу — прилипалу, прикрепившуюся головной присоской к стеклу. Имеются и полосатые рыбы-лоцманы, обычно сопровождающие акул. Сами акулы представлены в этом бассейне двумя видами — безобидной вест-индской и опасной тигровой. Но основная коллекция акул, насчитывающая более 100 экземпляров, обитает в специальном «акульем канале».

Центральный бассейн называют также «бассейном драматических действий», так как соседство столь разнообразных животных, из которых многие — хищники, иногда вызывает действительно драматические коллизии. Акулы, как оказалось, вообще плохо переносят неволю, и их содержание и особенно кормление вырастает в сложную проблему.

Если во время кормления акул в «акульем канале» можно наблюдать их очень большую активность, переходящую в ожесточенные схватки из-за пищи, то в центральном бассейне кровожадные тигровые акулы мирно сосуществуют с дельфинами, вопреки распространенному мнению, что в природе акулы с дельфинами враждуют.

В бассейне «коралловых рифов» богато представлена тропическая фауна связанных с кораллами рыб. Дно бассейна покрыто скалами и обломками рифов. Живописный фон создают также два якоря, облепленные морскими желудями, и остов рыбацкого судна с Багамских островов.

Здесь можно наблюдать целые рои красочных коралловых рыбок. Наиболее крупные из них — корифены, или золотые макрели, тарпуны, губаны, забавная хогфиш, что в переводе означает «рыба-свинья».

И в этом бассейне кормление рыб всегда привлекает внимание зрителей. Живописное зрелище представляет собой фигура водолаза, окруженная пестрыми роями стекающих к нему за пищей рыбок. Фитофаги и всеядные рыбы получают капусту, кочаны которой опускаются в бассейн на веревке и постепенно общипываются рыбами-ангелами, рыбой-лопатой и рыбами-попугаями.

В непосредственной близости от берега моря расположены два «заповедных острова», представляющие собой приближенную к естественным условиям модель коралловых островов с их подводным, земноводным и наземным населением. Узкие каналы, отделяющие эти островки от зрителей, сообщаются с морем, поэтому им свойственно

чередование приливов и отливов. В каналах обитают различные рыбы, из которых наиболее важное значение имеют рыбы-попугаи, поедающие водоросли и препятствующие зарастанию каналов. Из беспозвоночных здесь живут съедобный каменный и голубой крабы. Внушительное впечатление производят четырехкилограммовые лангусты, которые днем держатся под водой, но ночью и в сумерки выходят на сушу.

На островах живут различные ящерицы — игуаны. Мелкая шипохвостая игуана и гигантский риноцерос обитают исключительно на суше, но игуана обыкновенная нередко входит и в воду. Другое семейство ящериц представлено здесь быстроногим хищником — тегу. Из млекопитающих на «заповедных островах» обитает девятиполосый броненосец.

Неподалеку от «заповедных островов» расположен небольшой бассейн ламаантинов. Эти безобидные неуклюжие млекопитающие сравнительно легко привыкают питаться салатом, капустой, сельдереем вместо водорослей, служащих им обычной пищей в природе.

Большая часть живых экспонатов океанария добывается пятью специальными судами обычно в районе Багамских островов, где тропическая фауна рыб и беспозвоночных очень богата. Сложна добыча крупных морских животных и их транспортировка в неповрежденном виде. Для этого при поимке иногда используются наркотические средства. В частности, для крупных акул употребляются особые гарпуны, снабженные полой иглой со специальным наркотиком; пойманная таким образом рыба затихает на время, достаточное для ее перевозки на место назначения.

Сравнительно небольшие аквариумы емкостью от 1 до 2 тыс. л окаймляют нижний коридор центрального бассейна. В одном из них размещены скаты и угри, в другом мурены — самая крупная зеленая, а также пятнистая, коричневая и крючкоротая. Последняя обладает настолько длинными зубами, что рот ее не закрывается. В третьем аквариуме живут мелкие экземпляры барракуд — хищников, не менее опасных, чем акулы. Здесь же обитают губаны и различные виды гронтов, или ворчащих рыб. При трении друг о друга глоточных зубов они действительно издают своеобразные урчащие звуки.

Следующий аквариум населяют ведущие ночной образ

жизни рыбы-белки. Далее демонстрируются обитатели подводных скал — снапперы и морские попугаи, челюсти которых несколько походят на массивные клювы этих птиц.

Интересен аквариум со спинорогами. Красочный королевский спинорог отличается своей прожорливостью, черный спинорог очень пуглив; он постоянно проявляет беспокойство и в случае сильного испуга легко может выброситься из незакрытого аквариума. По соседству плавают мелкие коралловые рыбки — пестрые рыбы-бабочки, кардиналы-апогоны и «ожившая драгоценность» — грамма, окрашенная в мягкий фиолетовый цвет в передней части и в ярко-оранжевый — в хвостовой. Неоновый бычок, черный сверху и кремовый снизу, имеет по бокам две светящиеся голубые полосы. В следующем окне зритель может ознакомиться с другими рыбами коралловых рифов: полосатой кобией, лентой-рыбой и рыбой «складным ножом».

Отдельно демонстрируются рыбы коралловых рифов Тихого океана, называемые рыбами-стрекозами. Некоторые из них живут обычно в поселениях крупных актиний. Под покровом губительных для большинства мелких животных щупалец актиний эти рыбы находят надежное убежище от хищников. К тому же семейству относятся и ало-розовый «гарибальди» с берегов Нижней Калифорнии и очаровательная «голубая барышня» из Полинезии. Соседняя экспозиция посвящена мелким обитателям скалистого дна, где представлены глазчатая и кольчатая мурены и два вида мыльных рыб (из окуневых), получивших свое название за обилие слизи на поверхности тела. Здесь можно увидеть рыбу «старший сержант», окраска которой действительно напоминает нашивки унтер-офицеров армии США. В следующем окне — снова придонные жители, среди которых бросаются в глаза уродливая рыба-жаба, очень прожорливая и агрессивная, а также скорпена с ядовитыми шипами плавников. В отсеке, предназначенном для обитателей песчаного дна, живут зарывающиеся в песок электрический скат и рыба-гитара, или скат-рохля, наиболее близкий к акулам. Здесь же можно видеть различных камбал и представителя семейства морских петухов с огромными голубыми грудными плавниками. В соседнем аквариуме «порхают» полосатые и четырехглавые рыбы-бабочки и «бабочка-малютка», а также «красавица скал» из рыб-ангелов. Рядом собраны рыбы, обладающие мощными челюстями: полосатый шипсхед, спинорог обыкновенный и за-

мечательные представители сротночелюстных рыб, способных раздуваться в колючий шар — рыба-еж и гигантский кузовок.

По соседству можно увидеть обычного и голубого «хирургов», получивших свое название из-за пары ланцетовидных шипов, расположенных у основания хвоста и служащих для защиты. Здесь же помещено несколько видов алютер — небольших, но очень опасных рыбок, которых из-за их агрессивности нельзя держать вместе с большими рыбами, так как алютеры «выклевывают» им глаза.

В специальном аквариуме обитают крупные фиолетовые актинии и связанные с ними рыбы, разнообразные по окраске и форме тела. Здесь плавают и различные губаны, рыбы-бритвы, отличающиеся уплощенным телом, «ювелирная рыба», а также оранжевая и белохвостая «барышни»; окраска последней изменяется с возрастом.

В нескольких аквариумах содержится пресноводная ихтиофауна. Здесь можно увидеть довольно крупных электрических угрей, панцирных щук, пресноводных бычков и окуней, замечательную рыбу-амию, способную выживать в воде, почти лишенной кислорода. Попад в такие условия, она начинает дышать атмосферным воздухом при помощи плавательного пузыря.

Большой интерес вызывают знаменитые пирании, обитающие в бассейне Амазонки. Стая этих опасных хищников может уничтожить в течение нескольких минут любое крупное животное, оставив лишь гладко очищенный скелет.

Особо выделена «пещера осьминогов», обитатели которой откладывают грозди своих яиц прямо на стенку аквариума. Отдельный аквариум отведен крупным десятиногим ракообразным — лагустам и крабам. Здесь же плавают и мелкие креветки.

Наибольшей популярностью пользуется у посетителей «арена морских спектаклей». На «наземной» части арены выступают дрессированные морские львы, пеликаны, галапагосские пингвины; но «гвоздем» программы все же неизменно остаются выступления дельфинов, которые поистине виртуозно выполняют команды дрессировщика, получая за каждый трюк рыбу. Если награда не выдается немедленно, дельфин требует ее, подплывая с ворчанием к краю бассейна.

При океанарии создана небольшая лаборатория, в которой, помимо сотрудников, могут работать и приезжие ученые. Деятельность лаборатории подчинена в первую очередь прикладным задачам.

Теперь остановимся более подробно на некоторых вопросах, связанных с изучением глубин океана.

Морские осадки — ключ к пониманию прошлого

Земная кора состоит из различных горных пород. Изучая горные породы, можно узнать об истории Земли, о колебаниях суши и моря, об изменениях климата. Условия образования различных горных пород различны. Это различие отражается на химическом и минералогическом составе пород, на формах залегания.

Одна из групп горных пород обладает хорошо выраженным пластовым строением, в ней нередко встречаются остатки ископаемых организмов. В таких породах часто бывает видна слоистость, указывающая на то, что они возникали путем периодического осаждения минеральных частиц или растворенных химических веществ из морской, озерной и речной воды, а также в результате накопления остатков растений и организмов. По условиям своего образования и формам залегания такие породы называются осадочными. К ним относятся известняки, мергели, пески, глины, торф, ископаемый уголь и др.

Осадочные горные породы возникают постепенно из илистого, песчанистого или галечникового осадка, накапливающегося на дне водоема. Этот осадок покрывается новыми отложениями, уплотняется, пропитывается минеральными солями и в конце концов превращается в твердую горную породу: глинистый ил — в глину, песок — в песчаник, галька и валуны — в конгломерат. Иногда в осадках собираются в очень большом количестве остатки раковин погибших организмов — моллюсков, кораллов,

фораминифер. Так возникают ракушечник и другие виды известняков.

Осадочные горные породы всегда рассматривались как ценнейшие геологические памятники, по которым можно выяснить условия их образования. Однако при этом геологи до недавнего времени руководствовались примитивными аналогиями, считая, например, что когда глубина моря уменьшалась, отлагались грубые осадки, затем превратившиеся в песчаники, а при возрастании глубины осаждался илистый материал, давший окаменевшие глины (аргиллиты).

Крупнейший американский океанограф Френсис Шепард, выступая с трибуны конгресса, привел убедительные доводы, свидетельствующие о более сложных условиях образования ряда осадочных пород, чем это думали раньше.

На основании широких исследований, проведенных им в северо-западной части Мексиканского залива, он пришел к интересным, совершенно новым выводам, касающимся главным образом таких распространенных пород, как песчаники, глинистые сланцы, известняки.

Но сначала надо сказать несколько слов о современных приборах и методах исследований.

Приборы, применяемые для взятия образцов осадков, в большинстве случаев построены по очень простому принципу. Образцы донных пород получают обычно путем попружения в рыхлое дно полых труб, захватывающих керн — колонку осадков.

Более сложный, но гораздо более успешный метод был изобретен шведским океанографом Кулленбергом, который помещал внутрь трубки поршень, прикрепленный к канату лебедки. Поршень сильно уменьшает трение ила, поступающего в трубу, благодаря этому получают более длинные керны.

Применяются и разные другие типы приборов для сбора со дна образцов. Самый удачный из них — это черпак Ван Веена, захватывающий образец размером около $0,054 \text{ м}^3$.

Применяются также створчатые ковши, но они годятся только для мелкой воды. Есть торпедообразные пробоотбиратели, которыми пользуются на плавающих судах. Они опускаются носом вперед, «откусывают» кусок дна и поднимаются носом кверху.



Рис. 6. Работа с грунтовой трубкой. «Витязь»

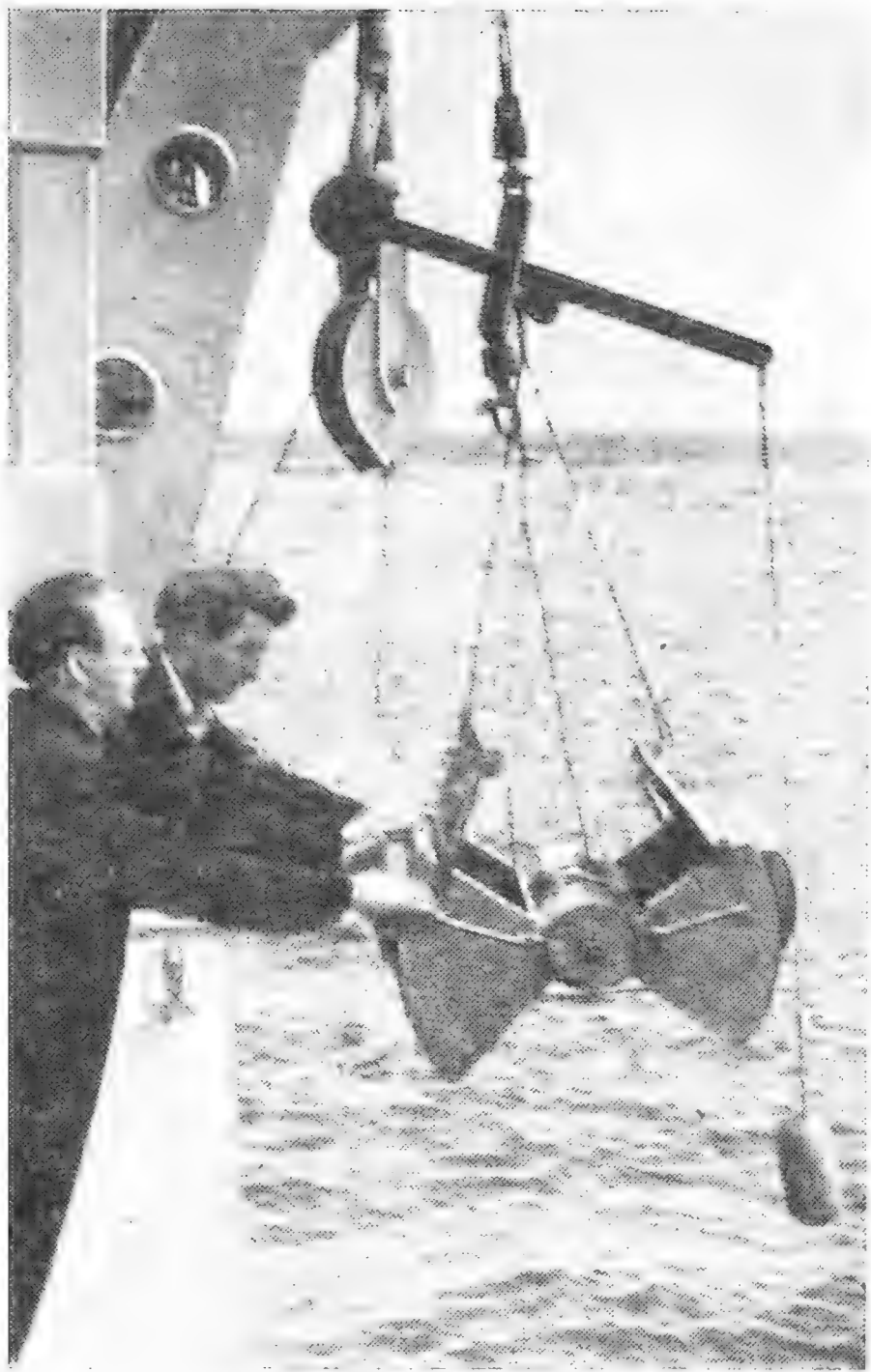


Рис. 7. Спуск дночерпателя. «Витязь»

Одно из самых интересных достижений в области техники морских геологических исследований — это акваланг, ставший широко известным благодаря его изобретателю Ж.-П. Кусто. Аквалангисты несут с собой геологические молотки, компасы, инклинометры и фотокамеры. Они могут работать на глубине до 100 м.

На значительно больших глубинах используется еще батискаф, изобретенный Огюстом Пикаром. Многочисленные данные о морском дне ученые получают также благодаря фотокамерам и киноаппаратам, которые опускаются на дно.

В результате развития всех этих методов современная наука располагает достаточно полными данными, которые проливают свет на условия отложения осадочных пород.

В своем докладе Ф. Шепард подробно разобрал разные условия образования песчаников. Эти породы, отложившиеся или на дне океана или на суше, часто встречаются на границе, разделяющей сушу и море, и имеют различные формы залегания.

Одна из самых обычных форм — это пластовая песчаная залежь, характеризующаяся широким непрерывным распространением. Такие залежи обычно отлагаются реками, текущими по широкой равнине у подножья горного хребта. Изучение морского дна показало на континентальных шельфах частое присутствие больших песчаных участков. Поражает то, что большинство из них расположено за пределами илистых осадков, как например, широкий песчаный пояс вдоль континентального шельфа у берегов Китая. Такой же пояс изучен во внешней части шельфа

вдоль северного берега Мексиканского залива. Находка раковин, возраст которых по данным углеродного метода достигает тысяч лет, говорит о том, что здесь пески могли отложиться в какой-то другой, не теперешней обстановке. Мы знаем, что уровень моря был значительно ниже в ледниковые эпохи, потому что часть воды была связана в форме льда. Существует предположение, что реки, стекающие на шельф, в ледниковое время несли больше песка, чем теперь. По мере того, как уровень моря поднимался, реки образовывали эстуарии и стали в них откладывать свои осадки, а пески на шельфах оставались открытыми. Кроме того, в связи с потеплением климата, многие реки перестали выносить в море большие массы песка и начали нести ил, который мог отлагаться на дне моря только там, где течения были слабы, а течения вдоль многих континентальных шельфов достаточно быстры и препятствуют отложению ила.

Морские пластовые песчаные залежи встречаются также на мелководье, где очень сильно выражено приливное действие. Большие области в южной части Северного моря покрыты песком, частично принесенные из Ла-Манша приливными волнами, бурно текущими через Дуврский пролив. Другая большая покрытая песком область находится к юго-востоку от мыса Код (Тресковый мыс) на Нантукетских банках, где приливы непрерывно двигают песок, образующийся вследствие разрушения мыса.

Другие песчаники характеризуются удлиненной формой отложений и линзообразным поперечным сечением. Иногда они образуют подземные бассейны, в которых скапливается нефть, поэтому их происхождение представляет особый интерес. Некоторые из них обнаруживают особенности, свойственные песчаным речным отложениям, другие же можно сравнить с большими песчаными островами, образующими барьеры вдоль низменных берегов. Путем изучения характерных особенностей современных песков в их залегании возможно выяснить происхождение многих рукавообразных залежей. Большинство песчаных барьерных островов имеет ровную или плавную линию берега в сторону моря и фестончатую линию берега, обращенного к лагуне, тогда как края песчаных речных отмелей слегка извилисты и приблизительно параллельны один другому. В поперечном сечении барьерные острова обычно шире в основании, чем наверху, асимметричны, тогда как речные

пески имеют вогнутое узкое основание и расширяются кверху при грубо двухсторонней симметрии.

Их состав также совершенно различен. Барьерные пески гораздо лучше отсортированы, особенно во внешней части, где берег заливается приливом и где есть дюны. Некоторые внутренние заболоченные низины, затопленные водами океана, несколько заилены, особенно там, где образовались большие озера. Речные пески обычно хуже отсортированы и содержат больше гравия и илистых осадков, чем барьеры. В противоположность барьерным осадкам в речных руслах нет различия между осадками одного и другого берега. В речных руслах зерна направлены продольно, по длине канала, тогда как в барьерных островах, получающих осадки извне, зерна в большинстве случаев ориентированы поперек тела песчаной залежи.

Остатки фауны и флоры в этих отложениях различны. Речные пески в изобилии содержат дерево, которого в барьере немного. Морская сторона барьера содержит морские раковины, тогда как на лагунной стороне преобладают эстуарные типы.

В течение долгого времени геологи придерживались мнения, что барьерные острова образовывались на поднимающихся берегах, что приводило к мысли об их эфемерности и, следовательно, неспособности содержать нефтяные резервуары. Однако исследования вдоль берега Мексиканского залива показали, что большинство барьерных островов созданы волнами по мере того, как уровень моря повышался в конце ледникового периода или после того, как покинутые дельты покрылись морскими водами.

Геологов долгое время удивляли слои грубозернистого песчаника, перемежающиеся с мощными массами глинистого сланца, потому что первый говорит о мелководных условиях отложения, а второй — об отложении в спокойной глубокой воде. Они не знали, как объяснить эту внезапную перемену обстановки, тем более что фауна некоторых глинистых сланцев состояла из представителей глубоководья. Песчаники же несут следы ряби и косо напластованы; и то и другое считалось верным признаком мелководного отложения. Некоторые геологи думали, что это чередование песка и глинистого сланца указывает на внезапные вертикальные движения земной коры, и поэтому глубоководная обстановка чередуется с мелководьем или даже с условиями суши.

Но, наконец, датский геолог Куэпен показал на своих опытах, что песок может переноситься течениями воды, содержащей мельчайшие взвешенные частицы. Эти течения могут также возникнуть благодаря сползанию пропитанных водой осадков с подводного склона. Широкие исследования образцов донных осадков, проведенные в Ламонтской геологической обсерватории, показали, до каких больших глубин может таким путем быть унесен песок. Он даже может быть перенесен по морскому дну с очень малым уклоном или совсем без него. Почти все океанографические плавания последнего времени подтверждают существование этих поразительных течений, или мутьевых потоков. Многие из них текут по подводным каньонам, захватывают песок на их головной части и стенках, выносят его из нижнего конца каньона и откладывают на глубине в виде вееров.

Ф. Шепард высказал также соображения о глинистых сланцах — осадочных породах, состоящих из зерен ила и глины. Обычно принято считать, что глинистый сланец составляет на континентах 50% от всех осадочных пород, а песчаник — только 20%. Противоположную картину можно наблюдать на континентальных шельфах, где песок покрывает половину поверхности и только 30% составляют ил и глина. Этот контраст как будто загадочен, так как, насколько нам известно, большинство осадочных пород образовалось в мелких морских водах. Решение загадки заключается в том, что природа современных мелководных осадков несколько иная, чем природа более ранних отложений.

Современное мелководье является результатом сравнительно недавнего (в геологическом смысле) повышения уровня моря; во многих случаях пески континентальных шельфов еще не скрыты под илами, образующимися из смесенного с континента материала.

Если судить по имеющимся данным, главные области активного отложения на континентальных шельфах содержат именно илистые осадки. Большие участки континентального шельфа против северо-западного берега Мексиканского залива покрыты илом, и колонковое бурение показало, что его толщина во всяком случае не меньше длины получаемых сейчас колонок — 3—6 м. В этих отложениях не наблюдается выраженной слоистости, хотя вследствие уплотнения они иногда приобретают сланцеватость.

Особенно быстро протекает отложение по краям крупных дельт. В устье Миссисипи, например, край дельты выдвигается в море со скоростью фута и больше в год. В то же время типичные шельфовые илистые отложения, скопившиеся за последние 10 тыс. лет, с тех пор, как море залило внешнюю часть шельфа, достигли толщины всего только около 6 м.

Глубокие бассейны и впадины вдоль южных берегов Калифорнии также создают условия для скапливания илов, хотя они переслоены с песками мутьевых потоков. В Калифорнийском заливе некоторые скопления илов глубоких бассейнов имеют хорошо выраженную слоистость с отдельными слоями, богатыми диатомеями.

В заключение Ф. Шепард остановился на известняках, преобладающий минерал которых — кальцит (CaCO_3), и доломитах, где преобладающий минерал — доломит (CaMgCO_3). Эти карбонатные породы по обилию их среди морских осадочных пород можно сравнить с песчаниками.

Изучение современных осадков показало, что почти все современные карбонатные отложения развиваются, главным образом, в тропиках или субтропиках. Древние же известняки и доломиты встречаются на всех широтах, и это считалось указанием на то, что или климат в прошлом был теплее, чем сейчас, или земной полюс переместился, и области, лежащие сейчас в высоких широтах, находились прежде вблизи экватора. Известковые породы охватывают большое разнообразие типов. Их подразделяют на кластические (обломочные) известняки, рифовые известняки, мел и другие мелкозернистые известковые породы и оолиты. Подобные породы имеются и в современном море.

Вероятно, известняков, состоящих из обломков раковин, кораллов и других организмов, выделяющих известь, гораздо больше, чем других видов известняковых пород. На морском дне также значительно больше обломочных известковых отложений, чем осадков какого-нибудь другого вида. Например, большая часть широкого шельфа против западного берега Флориды покрыта ракушечным песком и обломками известковой водоросли. Полагают, что такое же покрытие имеет и шельф у берегов Юкатана. Большинство тропических островов Тихого океана обрамлено шельфами с известково-детритовым материалом.

Геологам уже давно известно, что многие известняки произошли из древних коралловых рифов. Хотя современ-

ные кораллы совсем не похожи на палеозойские, тем не менее в древних рифах найдены особенности, характерные для современных коралловых построек. Крутые бока коралловых рифов легко различимы во многих палеозойских рифах с их крутопадающими боковыми пластами, состоящими из коралловых осыпей, сорванных с рифов волнами. Другая особенность древних рифов — это полное отсутствие слоистости, что объясняется ростом рифов вверх, сопровождаемым оседанием отмели, на которой они росли. Перекрестное переплетение кораллов почти не допускает расслоения.

Обычный белый мел состоит в основном из массы скелетиков планктонных организмов — фораминифер. Долгое время думали, что мел — глубоководный осадок, подобный глобигериновому илу. Более внимательное изучение показало, что включенные в него организмы, главным образом, мелководного типа. Планктон может скапливаться в мелкой воде, так же как в глубокой.

Многие известняки состоят из мелких округлых зерен, похожих на рыбью икру, отсюда и название оолитовые от греческого слова, обозначающего яйцо. В разрезе оолиты обнаруживают концентрические слои иногда с ядром внутри. Оолитовые известняки особенно обычны в юрских породах Европы. Современные оолиты особенно хорошо представлены в обширных Багамских банках. Очень живописные подводные дюны, хорошо видные на краю банки через прозрачную воду, состоят преимущественно из оолитов. Эти оолиты, несомненно, превратятся в известняки с выраженной кривой слоистостью. Происхождение багамских оолитов обычно связывается с химическим осаждением, происходящим в тех случаях, когда холодные воды поднимаются с глубин в теплую воду возле банок, и это потепление вызывает перенасыщение. Осаждение протекает особенно активно у краев мелководных платформ или вдоль краев приливных русел (каналов). Округлая форма зерен вызвана концентрическим осаждением и окатыванием их волнами и течениями.

Осадочные породы, содержащие в изобилии крупную и мелкую гальку и валуны во вмещающем более тонкозернистом материале, называются конгломератом, когда материал более или менее окатан, и брекчией, когда он в большей части угловат. Большинство конгломератов относится к материковым отложениям, образующимся в копусах

выноса у основания горных складок. Реки несут гальку в море, а от береговых утесов откалывают камни, которые падают в мелкую прибрежную воду. Но ни в том, ни в другом случае крупных масс морских конгломератов не скапливается.

Однако встречаются конгломераты, залегающие между сериями пород, содержащими морские раковины, и в некоторых случаях между глубоководными породами. Формация Флиш в Альпах известна таким чередованием конгломератов или брекчий с глубоководными илами. Их происхождение не вполне понятно. Эта альпийская брекчия, а также, вероятно, и большая часть неотсортированных конгломератов могут быть объяснены обвалом подводного склона, позволившим камням с верхних склонов или даже с ближайших склонов гор скатываться вниз и падать в глубокий бассейн, где они остаются лежать на тонкозернистых осадках. Тонкие осадки между крупными обломками иногда состоят из глубоководных осадков, внесенных уже после того, как обломок упал на дно.

Изучение подводных склонов показало, что многие из них очень неустойчивы. Они имеют склонность сползать при землетрясении. Очень часто такие оползни или мутьевые потоки разрывают кабели, лежащие на дне океана.

Все изложенные выше соображения о происхождении морских осадочных пород показывают, что многие прежние представления о морских осадках уже устарели. Так, песчаники и даже конгломераты не приурочены только к мелкой воде, как это раньше считалось, а могут образоваться и в глубокой воде при условии, что склоны, по которым осыпи и мутьевые потоки могут переносить материал на глубину, достаточно круты. Подобным же образом знаки струйчатости и косослоистость, по прежним представлениям свидетельствующие о мелководном происхождении, теперь найдены также и в глубоководных осадках. Еще не установлены надежные критерии для того, чтобы отличать глубоководные пески от мелководных.

На континентальном шельфе было обнаружено много исключений из принятых раньше представлений. Например, считалось, что тонкие осадки отлагаются дальше (на внешней стороне) и глубже грубых осадков и что определение размера зерен может служить средством нахождения береговой линии (метод, так часто применявшийся геологами). Все эти положения требуют пересмотра. На конти-

континентальных шельфах многие песчаные зоны за пределами илистых отложений, по-видимому, являются реликтами периода, когда море стояло низко, но во многих местах течения были достаточно сильными, чтобы перенести песок на внешнюю часть шельфа. Таким образом, песчаные формации могли отложиться на континентальном шельфе одновременно с илистыми формациями и дальше от берега, чем эти последние, но иметь разное геологическое происхождение.

Частые проявления илистых отложений вокруг далеко выдвинувшихся краев современных дельт и большая редкость древних глинистых сланцев, которые можно было бы считать дельтовыми, говорит о том, что некоторые, а может быть и многие древние дельты не были до сих пор распознаны. Особенности, найденные в осадках по краям дельты Миссисипи и других крупных дельт, должны оказать помощь в определении таких отложений в формациях глинистых пород. Таким же образом различные типы известковых отложений, встреченные на шельфах и банках во всем мире, дают в руки геологов средство установления условий, при которых известняки, залегающие теперь на континентах, были в свое время отложены.

Изучение современных осадков даст ценный ключ к пониманию условий образования осадочных горных пород.

Как мы видели, в геологии постоянно применяется сравнительный метод. Однако если при этом не учитывать исторический ход явлений, можно впасть в грубые ошибки. Поэтому геологи, комбинируя сравнительные данные с историческими соображениями, говорят обычно о сравнительно-историческом методе, который и рассматривают как один из основных методов своей исследовательской работы.

Рельеф дна океана

Еще недавно, в начале XX в., дно океана представлялось корытообразным, плоским.

Замечательное изобретение эхолота, позволяющего непрерывно регистрировать глубины с движущегося

корабля, дало в руки исследователя большое количество новых, неожиданных сведений: обнаруженные в глубинах подводные хребты, горы и плоскогорья, сложное расчленение поверхности дна океана, подводные холмы и долины, уступы, глубокие каньоны — все это в корне изменило прежние представления об огромных равнинах ложа океана.

Наряду с эхолотами, играющими роль основного средства для познания подводного рельефа, в последние годы начинают применяться и все шире внедряются в практику океанографических работ два новых технических средства: подводное фотографирование и подводное телевидение.

По своему географическому положению одним из наиболее важных объектов океанографических исследований в наши дни является Атлантический океан. Внимание исследователей было в особенности сосредоточено на изучении Северной Атлантики, что вполне естественно, если учесть, что там расположены главные морские пути и районы морских промыслов.

Важнейшей чертой подводного рельефа Северной Атлантики является существование огромного горного сооружения — Срединно-Атлантического хребта или вала, протягивающегося от берегов Исландии на юг через всю Северную Атлантику и далее через южную часть океана вплоть до района о-ва Тристан-да-Кунья. Его ширина колеблется от 550 до 900 км. Высота подводного гребня хребта над дном окружающих котловин достигает 3500—4000 м. Рельеф хребта чрезвычайно сложен.

Центральная зона вала характеризуется развитием многочисленных параллельных хребтов, ориентированных вдоль главного направления. Примерно по оси этой зоны располагается глубокий продольный желоб. По морфологическим особенностям его можно сопоставить с ровообразными восточноафриканскими «рифтовыми» долинами, возникшими вследствие опускания полос земной коры вдоль сбросов. С вершин и склонов центральной зоны Срединно-Атлантического хребта были взяты пробы коренных пород — обломки оливиновых базальтов, а также вулканические пеплы.

Таким образом, происхождение рельефа этой зоны хребта связывается с интенсивными тектоническими дислокациями и вулканизмом.

По обоим склонам Срединно-Атлантического хребта на глубинах от 2900 до 4500 м располагается террасовая, или промежуточная зона.

В Северной Атлантике обнаружено большое количество подводных гор, приуроченных главным образом к Срединно-Атлантическому хребту. Часть подводных гор связана также с обширным поднятием Бермудских островов. Кроме того, отдельные обособленные горы обнаружены в котловинах Северной Атлантики. Некоторые подводные горы имеют плоские вершины и признаки террас на своих склонах. Такие плосковерхие подводные горы получили название гийотов. Местами подводные горы образуют отдельные группы или даже цепи. Подобная цепь тянется от Азорских островов в район Гибралтара. Детальные исследования некоторых подводных гор Северной Атлантики показали, что они имеют вулканическое происхождение и образовались в верхнемезозойское время (меловой период). Глубоководные равнины котловины Северной Атлантики располагаются, как уже отмечалось, на глубинах порядка 5000—5500 м.

Происхождение их рассматривается как результат деятельности мутьевых, или суспензионных потоков — мощного фактора переноса обломочного материала, действующего на любых глубинах. Он приводит к заполнению осадками понижений подводного рельефа. Большую роль в изучении механизма и рельефообразующей деятельности этих потоков сыграли исследования, выполненные в связи с подводным землетрясением 1929 г. в области материкового склона близ Гренд Бенкс. Это землетрясение вызвало образование громадного подводного оползня, а затем и мощного суспензионного потока, оборвавшего подводные телеграфные кабели и переместившего их на сотни километров по дну океана.

Впадины Северной Атлантики ограничены с востока и с запада поднятиями материков. Переход к последним совершается через материковый склон, заканчивающийся материковой отмелью, или шельфом. Рельеф материковой отмели и материкового склона изучался в последние годы довольно детально. В результате этих исследований создавалось представление о морфологии материкового склона, в основном выработанного в то время, когда береговая отмель находилась не под водой, и на ее поверхности действовали те же процессы выветривания, что и на суше.

Рельеф дна прибрежной части материковой отмели в геологическом отношении является чаще всего прямым продолжением окружающей суши, сохраняя особенности ее строения, литологического состава и месторождений полезных ископаемых. Позже, в связи с таянием опрומных масс льда, образовавшегося во время ледниковых эпох, уровень Мирового океана стал повышаться и море начало наступать на берег (эвстатическая трансгрессия).

В особенности убедительной эта точка зрения стала после гляциологических исследований, выполненных во время Международного геофизического года (МГГ). Общая площадь современного оледенения оценивается сейчас значительно большей цифрой, чем прежде, а именно 15,8 млн. км², или 16% от площади суши. Объем льда современного оледенения определяется теперь величиной порядка 30 млн. км³. Количество воды, заключающееся в этом объеме, может повысить уровень океана на 70 м.

Каковы же были вероятные объемы льда древних оледенений? Приняв площади максимального и последнего оледенения соответственно 57 и 50 млн. км², получим, что объем льдов максимального оледенения был порядка 114 млн. км³, что может дать изменение уровня океана примерно на 285 м. Объем же льдов последнего оледенения оценивается величиной порядка 100 млн. км³, что соответствует изменению уровня океана примерно на 250 м.

Таким образом, воды, высвободившиеся при уменьшении объема последнего оледенения Земли до размеров современного оледенения, должны были повысить уровень океана примерно на 180 м.

Благодаря повышению уровня океана современные моря до сих пор находятся в трансгрессивной стадии. Это подтверждают и детальные промеры глубин, открывающие на дне в береговой зоне все больше и больше признаков попруженного рельефа: например, в пределах зоны шельфа и материкового склона повсеместно выявлены подводные долины или каньоны, идущие далеко в глубь океана.

Несколько иное строение имеет ложе Тихого океана, который представляет собой величайшее водное пространство Земли, по площади превосходящее все остальные океаны. Несмотря на большие масштабы исследований последних лет, Тихий океан не был изучен в эти годы столь же подробно, как Атлантический.

Основные черты рельефа дна Тихого океана определяются наличием системы крупных горных поднятий, разделяющих ложе океана на ряд больших котловин: Северо-Восточную, Северо-Западную, Центральную. К зоне материковых склонов западной части Тихого океана приурочены горные хребты, частью попруженные в океан и обрамленные глубоководными впадинами; они отделяют от его основного пространства ряд окраинных морей: Берингово, Охотское, Японское и др.

Именно эта западная часть Тихого океана с ее внутренними морями была в последние годы сравнительно детально исследована советскими учеными. Они разобрались в особенностях строения дна океана и морей, создав вместе с тем общую картину развития земной коры в этой части света.

Наиболее крупные формы рельефа дна западной половины Тихого океана относятся к четырем основным категориям, считая от берега к востоку: а) котловины краевых морей, б) горные сооружения островных дуг и сопряженные с ними глубоководные желоба, в) океанические валы и г) океанические котловины.

Цепочка краевых котловин западной половины Тихого океана включает в себя моря: Берингово, Охотское, Японское, Восточно-Китайское, Южно-Китайское, Сулу, Целебесское, Молуккское, Ново-Гвинейское, Соломоново, Коралловое, Фиджи и Тасманово.

Шельф, или материковая отмель, в этих морях имеет различное развитие. Примерно половина пространства Берингова моря занята материковой отмелью, представляющей собой подводную окраину материков Азии и Северной Америки. Вероятно, во время ледникового периода оба материка соединялись перемычкой суши.

Любопытны обширные ступени морского дна в северной части Японского моря, в центральной части Охотского, а также в южной половине Ново-Гвинейского моря. Они лежат на глубинах порядка 1000—1500 м и представляют собой, видимо, глубоко попруженную подводную окраину материка, несущую на себе сложный рельеф бывшей поверхности суши. Пологие склоны связывают эти попруженные участки с прибрежными мелководьями, а от дна глубоких котловин их отделяют крутые уступы.

К востоку от внутренних морей вдоль побережья протягиваются островные дуги или горные хребты (далеко не

во всех случаях имеющие дугообразную форму), частью затопленные и представленные на поверхности только грядами островов. Здесь располагаются действующие и частью недавно потухшие вулканы, причем внешний хребет в большинстве случаев полностью или в значительной мере лишен современных вулканов, тогда как во внутреннем хребте вулканизм выражен очень четко.

Вдоль островных дуг с внешней (восточной) стороны расположена цепь глубоководных желобов, сопряженных с горными сооружениями островных дуг. Они приурочены ко всем без исключения дугам, но развиты в неодинаковой степени. Эта цепь, протянувшаяся от берегов Аляски до Новой Зеландии, столь же непрерывна, как и цепь горных сооружений островных дуг. Для всех глубоководных желобов характерны малая ширина при большой протяженности, V-образный поперечный профиль, крутые склоны, расчлененные системой уступов и ступеней.

За линией желобов начинается, в сущности, ложе Тихого океана, тоже неоднородное по своей морфологии. Оно разделено системой весьма своеобразных широких массивных сводовых поднятий, или океанических валов, протягивающихся на значительные расстояния. Ширина валов обычно около 200—300 км, местами же достигает 500—600 км. Высота их не превышает 1000 м. Наиболее типичен для валов спокойный выпуклый профиль.

Эти валы разделяют ложе океана на котловины Северо-Западную, Марианскую, Центральную, Филиппинскую, Западно-Каролинскую, Восточно-Каролинскую, Маршаллову, Юго-Западную. Дно котловин представляет собой преимущественно холмистую равнину, которая, однако, нарушается подводными хребтами и возвышенностями, а также обособленными подводными горами и скоплениями холмов; местами она пересекается зонами резкого дробления. Океанические валы, краевые валы и донные возвышенности, вероятно, не имеют аналогов на суше, а следовательно, вряд ли можно распространить на них представления, выработанные в результате изучения наземных тектонических форм.

Ложе океанических котловин, по мнению большинства исследователей, следует считать участками первичной коры Земли, находящимися в догеосинклинальной стадии развития. Но местами на нем намечаются зоны тектонических нарушений, выраженные в рельефе сбросовыми

уступами. С большой степенью достоверности можно также считать обособленные конические горы вулканами.

Как уже говорилось, характерная черта рельефа самого дна Тихого океана определяется существованием подводных горных массивов, разделяющих океан на несколько главных котловин. Было установлено, что известный ранее в центральной части океана подводный Гавайский хребет в действительности протягивается далеко на север, вплоть до района Командорских островов. Следовательно, Гавайский хребет должен рассматриваться как важнейшее звено огромной горной системы.

Детальные исследования подводного Гавайского хребта обнаруживают в его строении ряд особенностей, отличающих его от Срединно-Атлантического хребта. В целом он представляет собой широкое, до 1100 км, поднятие высотой около 1000 м.

За последние годы в Тихом океане обнаружено множество обособленных гор. Значительная часть их входит в системы валов или горных хребтов, но и на дне котловин число подводных гор чрезвычайно велико. Эти горы очень типичны для облика подводного рельефа Тихого океана. Пробы коренных пород с их вершин в северных районах океана содержат обломки вулканических лав (оливиновые базальты), а в тропических и экваториальных районах — еще и обломки хорошо сцементированной фауны коралловых рифов мелового возраста.

Сопоставление подводных гор Тихого океана с современными коралловыми островами — атоллами — обнаруживает черты большого сходства между теми и другими. Предполагают, что подводные горы представляют собой вулканы, образовавшиеся в меловое время.

На дне океана установлены также системы нескольких линейных зон разрывов. Характер неровностей дна в зонах разрывов довольно разнообразен: здесь встречаются крутые и высокие уступы, подводные горы и холмы, глубокие и узкие желоба. Так, например, для одной из таких зон в восточной части океана, названной зоной Мендосино, характерен уступ большой крутизны, местами до 2500 м высоты, протягивающийся в широтном направлении почти на 2500 км. Вся система разрывов восточной части океана характеризуется поразительной параллельностью отдельных зон и наличием продолжений их на окраине материка Северной Америки.

Резюмируя сказанное о результатах новейших исследований рельефа ложа Тихого океана, можно отметить три основные его особенности:

1) в рельефе преобладают формы тектонического и вулканического происхождения, так что ложе Тихого океана является, по-видимому, областью наибольшего проявления вулканизма в пределах поверхности Земли;

2) в рельефе ложа океана видно отражение закономерностей планетарных масштабов, определяющих направление и расположение огромных горных сооружений;

3) в развитии глубоководных равнин видна рельефообразующая роль огромных подводных оползней и мутьевых (суспензионных) потоков.

Происхождение материков и океанических впадин

Вопрос о взаимоотношении основных структурных элементов земной коры — материков и океанических впадин, об их возникновении и дальнейшем развитии является одним из наиболее существенных для геологии и геофизики. Тем не менее он до сих пор не получил своего достаточно обоснованного решения, и в науке существует по этому поводу ряд противоречащих точек зрения.

В свое время, когда океаническое дно было совершенно недостаточно изучено, возникло представление об одинаковом строении земной коры в области континентов и океанических впадин. В пользу такого мнения говорил целый ряд косвенных фактов. С одной стороны, наблюдения свидетельствовали о том, что на месте континентов неоднократно находились морские воды, периодически покидавшие занимаемые ими пространства, а с другой — характерные структурные элементы материков обрзались береговой линией или погружались в воды океанов.

На этом основании крупнейшими геологами конца XIX и начала XX в. Э. Зюссом и Э. Огом была разработана теория наращивания более древних континентов путем образования складчатых горных систем по их периферии,

а вместе с тем частичного погружения этих континентов и их поглощения океанами. Согласно этой теории, в узких вытянутых корытообразных зонах, или так называемых геосинклиналях, вблизи континентов или между ними сначала накапливались мощные толщи осадочных пород, а потом эти толщи вспучивались, и море, ранее занимавшее ложе геосинклинали, уходило. На месте очень подвижных зон земной коры вырастали горные сооружения.

Но наряду с этими взглядами, преобладавшими среди геологов, зародились и представления о глубокой древности океанов или даже об их «перманентности», т. е. об их извечном существовании там, где они находятся сейчас (например, Тихий океан).

Лишь с разработкой новых методов исследования, в основном геофизических, стало возможно действительно установить коренные различия в строении земной коры под континентами и океанами. В особенности важные в этом отношении данные удалось получить при помощи упругих волн, возникающих в Земле в результате землетрясений или искусственных взрывов.

Однако даже простое сопоставление рельефа поверхности континентов и океанического дна уже давало основание думать об их разном происхождении. Материки, как установлено определениями глубин прибрежной зоны, продолжают на значительное расстояние под водами океана, образуя так называемую материковую отмель, или шельф. Последняя заканчивается сравнительно крутым уступом — материковым гребнем и материковым склоном (батиалью), представляющим собой подводный борт континентов. Материковый склон на глубинах около 3—4 тыс. м сливается с дном океана, которое постепенно понижается до глубины в 6 тыс. м. Ниже 6 тыс. м расположены океанические впадины.

Дно океана и поверхность континентов образуют два резко различных уровня высот поверхности земной коры. Это позволяет предположить, что материки и днища океанов отвечают двум частям земной коры, отличающимся по своему происхождению и структуре. Такое допущение вполне согласуется с данными геофизики. Действительно, наблюдается строгое соответствие между рельефом и внутренней структурой.

За последние 20—25 лет накопился значительный геофизический материал о скоростях происхождения уп-

ругих волн через земную кору и об аномалиях силы тяжести в ее различных участках.

Упругие волны распространяются с определенной скоростью, зависящей от свойств среды. Они могут отражаться и преломляться, проходя через границу соприкосновения слоев разного состава или разных физических свойств. С их помощью удастся установить границы, которые разделяют массы вещества Земли разного состава или находящиеся в различном физическом состоянии. Чем чувствительнее сейсмические приборы, тем больше информации о строении Земли они дают.

В итоге геофизических исследований в земной коре выявлена так называемая поверхность раздела Мохоровичича. Она характеризуется скачкообразным увеличением скорости прохождения упругих волн.

Эту наблюдаемую повсеместно поверхность принимают за нижнюю границу собственно земной коры. Ниже ее расположена земная оболочка, или мантия, состоящая из смеси минералов оливина и пироксена и близкая по составу к горной породе, известной под названием перидотита.

Более детальный анализ особенностей распространения упругих волн привел геофизиков к выводу, что земная кора по своим физическим свойствам, составу и строению может быть подразделена на океанический тип с малой толщиной верхнего слоя и континентальный тип, характеризующийся большой толщиной верхнего слоя.

В области континентов земная кора имеет две четкие поверхности раздела, разграничивающие слои с различными скоростями происхождения сейсмических волн: верхний, близкий по свойствам к граниту (и гнейсу), или «гранитный», и промежуточный, отвечающий по свойствам базальту, «базальтовый».

Толщина земной коры континентов колеблется от 30 до 40 км в равнинной части, увеличиваясь до 50—60 км в горных районах, где она образует уступы, вдавливающиеся в подкоровую среду. Здесь верхний слой достигает толщины 30—40 км, а нижний — 20—25.

Земная кора под океанами имеет существенно иное строение, чем на материках. Для дна океана характерно отсутствие верхнего слоя и незначительная мощность нижнего, базальтового.

Однако приподнятые участки дна океана, такие, например, как Срединно-Атлантический вал, имеют строение,

промежуточное между океаническим и континентальным типом земной коры. Толщина земной коры здесь 15—20 км, причем есть промежуточный, базальтовый слой.

Интересно, что на глубине около 60—80 км наблюдается заметное падение скоростей так называемых поперечных и продольных волн. На этих глубинах почти никогда не лежат фокусы (гипоцентры) землетрясений. Это привело геофизиков к предположению, что здесь возможен переход вещества земной оболочки из кристаллического в аморфное, стекловидное, с иными упругими свойствами.

Сейсмические данные позволили ученым создать представление о строении всего земного шара. Он состоит из ядра, образованного веществом высокой плотности, мантии, окружающей ядро и имеющей толщину около 2900 км, и тонкой пленки земной коры, толщиной от 10 до 60 км.

Причины различий океанической и континентальной коры — предмет научных дебатов геологов и геофизиков всего мира. Стремясь объяснить различный состав и строение материков и дна океанов, геофизики пришли к выводу о том, что это различие связано с выносом из глубин Земли материала, обогащенного кремневой кислотой и окисью алюминия, а также щелочами одновалентных металлов. Под геосинклиналями в недрах земной оболочки протекают очень сложные процессы, сопровождающиеся выделением огромных количеств энергии. Опираясь на данные сейсмологии, ученые высказывают предположение, что эти процессы захватывают оболочку Земли, лежащую под земной корой, до глубины 700—800 км. Интенсивные движения геосинклинального типа слагаются из многочисленных постепенных подвижек земной коры, сопровождающихся порой вулканическими извержениями.

Вулканы обычно приурочены к той зоне сейсмической активности, в которой глубины очагов землетрясений лежат в пределах 80—150 км. Эти наблюдения еще больше убеждают геофизиков в том, что вулканическая деятельность, так же как и интенсивные движения земной коры (тектонические движения), вызывается какими-то нам еще малоизвестными процессами на значительных глубинах, при которых освобождается большое количество энергии. Эта энергия приводит в движение материал, слагающий земные глубины, способствует возникновению магматических расплавов и их поднятию по зонам разломов земной коры.

По-видимому, эти процессы, приводящие к местному обеднению земной оболочки окисями кремния, алюминия, калия и натрия, со временем прекращаются, в результате чего геосинклинальная область переходит в платформенную со значительно более спокойным режимом вертикальных колебаний.

Все эти вопросы имеют первостепенное значение не только для развития геологической теории, но и для практики. Вот почему в последнее время усиленно обсуждаются возможности сверхглубокого бурения. Такое бурение неизмеримо расширит наши познания и даст новый огромный фактический материал. Когда станут известны плотность и состав глубинных пород, появится возможность внести поправки в вычисления скорости сейсмических волн, основанные сейчас на некоторых допущениях, а не на прямых наблюдениях. Можно будет проверить многочисленные построения, основанные только на геофизических данных, и провести сопоставление реальных разрезов с геофизическими. Это существенно продвинет геофизику. Одновременно будут выявлены особенности возникновения в глубинах Земли расплавленных масс и их проникновения в более высокие зоны земной коры, станут более ясными условия отщепления от расплавов металлоносных газов и растворов, откроются новые возможности освоения глубинного тепла.

Для объективности данного обзора необходимо упомянуть еще об одной гипотезе происхождения материков и океанов, впервые сформулированной австрийским ученым А. Вегенером. Согласно этой гипотезе, материки совершают большие горизонтальные перемещения по вязкой части оболочки Земли.

Вегенер допускал существование в очень отдаленном прошлом огромного, состоящего в основном из кремнекислоты и алюминия материка «Пангеа», а вокруг него — еще более огромного океана с дном из кремнекислоты и магния. Именно тогда, по его мнению, образовался Тихий океан — самый древний на нашей планете.

Гигантский шраматерик «Пангеа» много миллионов лет плавал по расплавленной базальтовой массе. Под влиянием вращения Земли и приливных течений первичный материк начал разламываться, разрываться, покрываться трещинами. Каждая из отколовшихся от него частей стала самостоятельным материком, и каждый материк продол-

жал двигаться. Так от праматерика оторвалась Америка. Африка откололась от южной части Азии, которая простиралась в то время в виде длинного полуострова до Мадагаскара. Антарктида с Австралией, оторвавшись от Африки и Азии, устремились на юг. В своем быстром движении они вскоре оторвались и одна от другой.

Приверженцы теории Вегенера — мобилисты — и сейчас утверждают, что материк движется, что на протяжении истории Земли происходили крупные горизонтальные перемещения материковых глыб (гипотеза эпейрофореза или переноса материков). На тех участках, где произошло утонение или разрыв земной коры, образовались впадины — Атлантический и Индийский океаны. В последние годы интерес к гипотезам мобилизма резко повысился в связи с результатами палеомагнитных исследований (см. следующую главу).

Однако эта гипотеза не пользуется общим признанием, и у нас в СССР она подверглась справедливой критике. Очень многие геологи продолжают считать, что материк не претерпевал в течение долгой истории Земли горизонтальных перемещений, что происходили лишь медленные вертикальные движения, а расположение континентов в общем остается неизменным.

По мнению ученых, в далекие времена действительно существовали более крупные материк. Они занимали нынешнюю Атлантическую и Индийскую впадины. В них как небольшие составные части входили современные континенты. Южный материк — Гондвана — охватывал Индийский и часть Атлантического океана, а также Бразилию, Африку, Индостан, Австралию. Такие же огромные материк — Северо-Атлантический и Палеозойский — были в северном полушарии. Затем эти материк раскололись, и отдельные их части опустились под воды океана.

Как полагает виднейший советский ученый В. В. Белоусов, на глубине в связи с погружением в горячий базальт они как бы растворились, или базифицировались, т. е. кора их преобразовалась в кору океанического типа.

Безусловно установленным фактом надо считать, что все области современных континентов прошли через геосинклинальную стадию развития. Однако разные материк проходили эту стадию в разное время. Не вызывает сомнения то, что переход к платформенной стадии развития происходил на всех континентах последовательными этапами,

начиная с консолидации первичных ядер континентов и далее путем последовательного наращивания по периферии все новых полос, переходящих от геосинклинального режима к платформенному.

Несомненно также повсеместное распространение вертикальных колебательных движений земной коры. Эти движения приводили к тому, что каждый участок земной поверхности неоднократно поднимался и опускался. Амплитуда движений на платформах достигает 2—3 км, в геосинклинальных областях — во много раз больше.

В настоящее время имеется уже много данных, свидетельствующих о том, что с глубинным строением земной коры тесно связаны островные гряды и глубоководные желоба, о которых говорилось в предыдущей главе. Эти формы представляют собой отражение структур земной коры, характерных для переходной зоны и обусловленных развитием глубинных разломов. Ряд признаков, характеризующих геологические условия глубоководных желобов и островных гряд, позволяет видеть в них современные геосинклинальные зоны. По мнению некоторых авторов, современные островные гряды и глубоководные желоба являются прямыми аналогами геосинклинальных зон геологического прошлого и характеризуют собой определенный этап в развитии земной коры.

Моря же типа Средиземного надо рассматривать как одну из конечных стадий жизни геосинклинали — стадии, во время которой по разломам земной коры происходят перемещения блоков ранее образовавшегося сооружения.

Представление о разломе и оседании древних континентов приводит ученых к выводу о единстве структур материков и океанов, о непосредственном продолжении структур материков в пределы океанов, а также о развитии на дне океана того же комплекса тектонических явлений, что и на материке, но лишь на более низком гипсометрическом уровне.

В связи с проблемой происхождения материков перед наукой стоит вопрос о возрасте океанических впадин.

К интересным выводам о времени образования Атлантического океана пришли ученые США. В результате 11-летних исследований научные сотрудники Колумбийского университета выдвинули новую концепцию о происхождении бассейна Атлантического океана в связи с эволюцией земного шара. Анализ образцов, поднятых со дна океана, позволил им сделать три основных вывода.

1. Дно океана более подвижно и изменчиво, чем предполагалось до сих пор.

2. Изучение слоев осадков на дне показывает, что последний ледниковый период начался около 60 тыс. лет назад и окончился 11 тыс. лет назад.

3. Отсутствие образцов, имеющих возраст более 100 млн. лет, позволяет сделать заключение, что бассейн Атлантического океана образовался в мезозойскую эру.

До сих пор считалось, что для образования на дне слоя осадков толщиной в 2 см необходимо в среднем тысячелетие. Исследования показали, что в течение короткого времени потоки ила могут образовать отложения толщиной до 2 м. Основную роль в образовании наносных отложений играют мутьевые потоки, которые движутся по уклонам дна. В некоторых местах океана имеют место внезапные образования осадков, которые могут быть снесены течениями у дна океана. В результате скорость осаднения может изменяться от 1 до 170 см за тысячелетие. В отдельных местах мутьевые потоки могут за несколько часов увеличить слой наносов на несколько метров или за короткое время снести отложения, накопленные в течение многих лет.

Наиболее древние слои океанского дна относятся к началу мелового периода (100 млн. лет назад). Видимо, и до этого времени моря и океаны существовали, но конфигурация их значительно отличалась от теперешней.

Исследования Атлантического океана подтвердили важность и необходимость бурения дна океана для решения основных вопросов современной геологии.

«Блуждающие» полюса и «плавающие» материки

В последние годы интенсивно развивается новая отрасль науки о Земле — палеомагнетизм. Объектом палеомагнитных исследований является остаточная намагниченность горных пород, относящихся к различным геологи-

ческим эпохам. Эти исследования дают возможность воссоздать историю геомагнитного поля Земли и получить ценные данные по истории Земли вообще.

Ученые уже давно установили, что нагретая до высоких температур горная порода делается слабым постоянным магнитом.

В 1925 г. французский геофизик Р. Шевалье опубликовал результаты изучения намагниченности лав вулкана Этны.

Он брал образцы пород из слоев лавовых потоков, вытекавших из Этны на протяжении последней тысячи лет, в исторически установленные сроки, и определял направление намагниченности лав. Таким путем он установил, что склонение магнитного поля, измеренное по намагниченности лав, закономерно менялось на протяжении от 1200 г. до наших дней. Сравнивая полученные данные с изменением склонения в Сицилии по инструментальным наблюдениям, которые велись приблизительно с 1600 г., он сделал вывод, что изменения магнитного поля закрепляются в охлажденных лавах.

Таким образом, изучая остаточную намагниченность изверженных горных пород, можно судить об изменении геомагнитного поля Земли.

К аналогичным выводам привели исследования осадочных пород, механизм образования остаточной намагниченности которых иной, чем у пород изверженных, так как и образование этих пород совершенно иное. Подвергаясь выветриванию и истиранию, изверженные породы превращались в смесь мельчайших частиц. При осаждении в спокойных водах ферромагнитные частицы ориентировались по направлению действовавшего в эту эпоху геомагнитного поля.

Попадая на дно, они сохраняли это положение в массе осадочной породы. После уплотнения порода оказывалась намагниченной приблизительно по направлению того геомагнитного поля, которое ориентировало частицы с остаточной намагниченностью.

В настоящее время накоплено большое количество измерений остаточной намагниченности горных пород, относящихся к различным континентам, формациям и геологическим эпохам.

В результате обобщения полученных измерений выяснено, что в каждую геологическую эпоху Северный магнит-

ный полюс занимал определенное положение и что перемещение полюса от одной эпохи к другой носит закономерный характер.

Установлено, что, передвигаясь по геологической колонке сверху вниз, мы можем встретить в одном и том же месте, особенно за последние 20 млн. лет, породы, намагниченные как в прямом, т. е. более или менее совпадающем с современным полем, так и в противоположном направлениях.

Эти два основных факта палеомагнитных исследований можно объяснить при помощи определенных предположений относительно геолого-геофизических условий, существовавших в эпоху образования породы. Исходя из гипотезы, что геомагнитное поле было всегда дипольным, можно считать, что изменение направления намагниченности породы связано с перемещением оси диполя по отношению к континенту, или наоборот. Более справедливо последнее предположение, так как земная ось и приблизительно совпадающая с ней ось магнитного диполя, остаются неподвижными по отношению к звездным координатам. Поверхность же Земли, по-видимому, может перемещаться по отношению к этой оси.

Обобщение многочисленных исследований намагниченности горных пород в различные геологические эпохи и вычисление на этой основе положения полюса показывают, что в недавние геологические эпохи (четвертичный период, неоген и верхний палеоген) древние магнитные полюсы примерно совпадали с современным географическим полюсом.

Если же вычислить положения полюса по палеомагнитным данным, то в сравнительно недавние геологические эпохи оно окажется значительно отличающимся от современного.

Положения полюса в эти эпохи, выведенные из палеомагнитных данных, для каждого континента в общем одинаковы, но данные для одного континента, например Евразии, отличаются от данных для другого, например Северной Америки.

На основании уже полученных данных сделаны следующие выводы.

1. В течение олигоцена, вплоть до позднечетвертичного времени, среднее магнитное поле Земли весьма близко к полю, образованному магнитным диполем в центре Земли.

ориентированному параллельно к современной оси вращения.

2. Результаты измерений палеомагнитных свойств мезозойских и третичных пород (до 185 млн. лет назад) свидетельствуют скорее об относительно быстро изменяющемся магнитном поле, нежели о крупных перемещениях материков со смещением или без смещения полюсов вращения.

3. Магнитные поля каменноугольного и, особенно, пермского периода (275—185 млн. лет назад) были очень постоянны по сравнению с полями более раннего или позднего времени и весьма отличались от современного поля.

4. Докембрийское магнитное поле (более 700 млн. лет назад) отличалось от современного очертания магнитного поля и было в высшей степени постоянным на всех материках.

Как выяснилось, положения магнитного полюса для прошлых эпох, получаемые по наблюдениям на разных континентах, не совпадают между собой, однако эти положения гораздо лучше согласуются, если допустить в прошлом значительные перемещения и повороты континентов.

Отсюда вновь возродились идеи о движении континентов, известные под названием неомобилизма.

Сторонники этих идей отмечают, что результаты измерений свидетельствуют о «блуждании» Северного магнитного полюса на протяжении геологического времени. Согласно этим измерениям получается, что полюс «блуждал» как будто в разных направлениях по отношению к разным континентам. А так как Земля не могла обладать несколькими Северными магнитными полюсами одновременно, то приходится допустить, что кажущиеся различные пути перемещения полюса объясняются перемещением континентов.

Из палеомагнитных данных следует, например, что Северная Америка и Европа раздвинулись за минувшие 300 млн. лет на расстояние около 3 тыс. км. Подобным же образом в результате палеомагнитных исследований в Индии, Австралии, Южной Африке и Японии были построены самостоятельные кривые миграции полюса для каждого из этих континентов, указывающие на то, что эти массы суши также перемещались.

Вместе с тем существует ряд фактов, противоречащих этой гипотезе. Если бы гранитные континенты двигались по базальтовому дну океана, они производили бы в нем колоссальные деформации, но таких деформаций не обнаружено.

Кроме того, если бы дно океана подверглось деформациям, то в некоторых местах на нем должна была бы образоваться новая кора. Но фактически единственная сейсмически активная часть океана, помимо некоторых островов, — это средиокеанический хребет. Согласно теории горизонтального перемещения континентов, огромные части земной коры должны двигаться как одна целая масса.

Но при таком движении окружающая любой континент подводная ровообразная долина — рифт — неизбежно должна была бы расширяться у тылового края движущейся массы и закрываться у фронтального ее края. Никакого доказательства такого взаимодействия найдено не было.

Критически рассмотрев взгляды неомобилистов, проф. В. А. Магницкий пришел к следующему выводу: «Перемещения магнитного полюса в прошлом, не вызывающие сомнений, указывают и на смещение географических полюсов, что далеко не очевидно.

Вспомним, что сейчас магнитные полюсы отстоят от географических на 20° , и это, конечно, не предел, так что расхождение в положениях полюсов может быть весьма велико. Это заставляет предположить, что смещалась, конечно, не ось вращения в теле Земли (что возможно, но не в таких огромных масштабах), а смещалась земная кора»¹.

Можно представить себе, что кора в целом могла перемещаться относительно Земли, сколько по слою малых скоростей сейсмических волн.

Именно здесь, возможно, вещество находится в аморфном состоянии и во всяком случае температура его близка к точке плавления.

Причиной такого смещения может быть несовпадение оси, наиболее благоприятной для вращения коры как самостоятельной оболочки, с осью вращения Земли.

¹ Магницкий В. А. Внутреннее строение Земли. М., Изд-во «Знание», 1961.

В результате должны возникнуть силы, стремящиеся повернуть кору до совпадения этих осей. К сожалению, количественных расчетов этого явления с учетом современных данных нет.

Расширяется ли Земля?

Как только начали применяться сейсмографы, их сеть, разбросанная в Европе и Америке, дала возможность установить, что землетрясения очень часто возникают в Атлантическом океане и что они каким-то образом связаны со Срединно-Атлантическим хребтом. С помощью более точной локализации эпицентров геологам удалось установить, что большинство землетрясений происходит в пределах пояса шириной примерно в 200 км, находящегося в центре подводного горного хребта. Подробное изучение поперечных профилей установило существование в середине хребта рифтовой долины, положение которой совпадает с поясом землетрясений.

Дно рифтовой долины лежит в пределах от 2750 до 4575 м ниже уровня моря, а гребни замыкающих ее гор находятся на глубине только от 1100 до 2200 м. Средняя глубина долины — больше 1800 м, а ширина на протяжении многих сотен километров колеблется от 10 до 40 км. Для сравнения вспомним, что на суше знаменитый Большой каньон р. Колорадо имеет среднюю глубину 1200 м, а ширину в самой его величественной части — от 6 до 25 км.

Землетрясения среди океанического рифта возникают обычно на относительно небольшой глубине в 30 км ниже поверхности Земли. В нем не зарегистрировано ни одного эпицентра землетрясений глубже 70 км. Глубинные же землетрясения с эпицентрами на 700 км ниже поверхности связаны почти исключительно с областью высокосейсмичных подводных впадин и цепочек островов, окружающих Тихий океан. Это свидетельствует о том, что среди-океанический рифт относится к числу других структур. Небольшая глубина сейсмической активности в его пределах

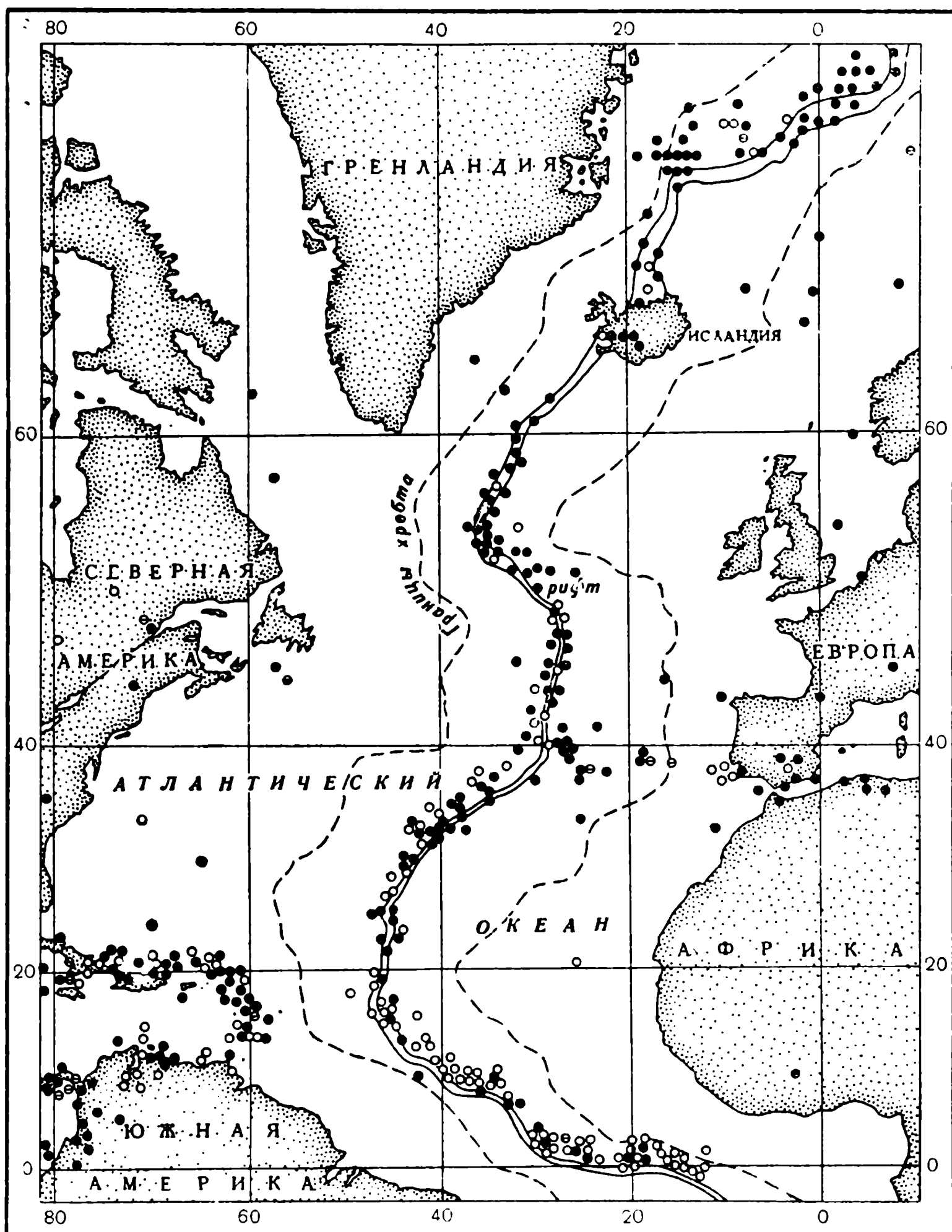


Рис. 8. Почти все эпицентры землетрясений в середине Атлантики сосредоточены в узком поясе, совпадающем с рифтовой долиной Срединно-Атлантического хребта. Сплошным кружком на карте изображены более слабые землетрясения

указывает на то, что земная кора в этом месте тонка и слаба.

На суше существует одна непрерывная структура, похожая на подводный хребет и рифт, — это система рифтовых долин Восточно-Африканского плато. Геологи, придерживающиеся теории сжатия Земли, становились в тупик перед этими образованиями, в конце прошлого столетия появившимися на топографических картах. Долины Восточно-Африканского рифта представляют собой огромные трещины растяжения в земной коре, они покрыты лишь тонким слоем осадочных пород и содержат гораздо больше лавы, чем встречено в складчатых и сбросовых горах.

Профиль африканского рифта поразительно похож на типичный поперечный разрез средиокеанического рифта и хребта. В действительности, эта континентальная формация является ничем иным, как сухопутным продолжением подводного Западно-Индийского хребта, выходящего на берег в Восточной Африке через узкую впадину Аденского залива. Срединно-Атлантический хребет и пояс эпицентров землетрясений вступают на сушу также в Исландии, пересекая остров в виде депрессии, известной под названием Центрального Исландского грабена. Вся современная вулканическая деятельность на острове ограничивается этой долиной, и почти все эпицентры землетрясений располагаются в пределах ее площади. Весь облик долины свидетельствует о том, что она так же представляет собой большую трещину растяжения.

Изучение длинных трещин в ее пределах показало, что она расширяется со скоростью 3,5 м за 1000 лет на каждый километр ее ширины.

Есть и другие образования на суше, связанные со средиокеаническим хребтом.

Так например, ответвление Западно-Индийского подводного хребта протягивается из Аденского залива по узкому каналу Красного моря и соединяется с Палестинским рифтом, заключающим в себе Мертвое море и долину р. Иордана.

Со времени открытия подводного океанического хребта геологи выдвигали ряд теорий о его происхождении. Одно из первых объяснений базировалось на теории «континентального дрейфа», согласно которой континенты некогда были соединены в одну или две большие массы суши.

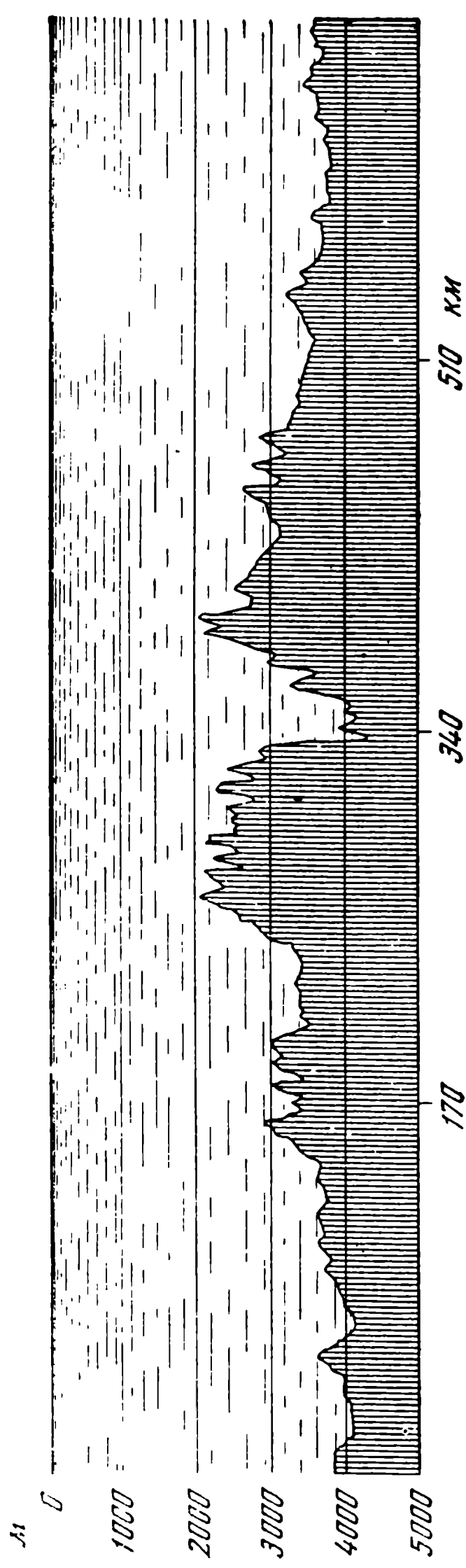
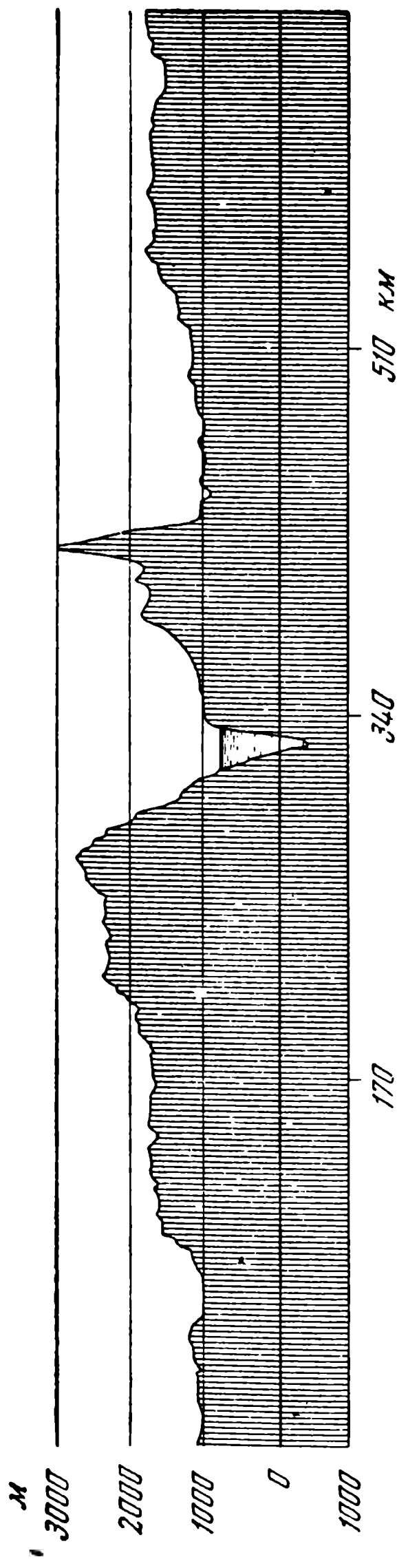


Рис. 9. Наверху — профиль африканских рифтовых гор с озером Танганьика;
Внизу — профиль срединеанского рифта и хребта

которые затем разбились и разошлись в стороны. Эта идея находила себе подтверждение и в конфигурации западного побережья Африки и восточного — Южной Америки. Одно из направлений сторонников теории «континентального дрейфа» склонялось к мысли, что Срединно-Атлантический хребет представляет собой фрагмент прежнего большого континента, оставшийся на месте после того, как два новых континента раздвинулись в стороны. Другие считали, что хребет образовался из осадков, заполнивших трещину, появившуюся в прежнем большом континенте. Однако образцы пород, взятые со склонов хребта, и скорость прохождения сквозь него сейсмических волн противоречат и той и другой гипотезе. Если бы эти объяснения, основанные на теории горизонтального перемещения континентов, были правильны, то тогда драги поднимали бы типичные континентальные гранитные, кислые вулканические и осадочные породы. На самом же деле океанографы нашли на склонах хребта серпентиниты, перидотит и габбро, т. е. породы, считающиеся характерными для мантии, а также большие количества базальтовой лавы. Что касается сейсмических волн, то они проходят сквозь хребет со слишком большой скоростью, чтобы его можно было считать остатком континента.

Кроме того, большое число землетрясений, связанных с хребтом, указывает на то, что он все еще относится к числу активных формаций земной коры. Его форма не только относительно недавнего происхождения, но к тому же непрерывно изменяется. Очень изрезанный рельеф хребта свидетельствует о его молодости и противоречит всякой мысли о его осадочном происхождении. Дальнейшее доказательство молодости хребта базируется на вынутых за последнее время на поверхность крупных базальтовых валунах; определение их абсолютного возраста калий-аргоновым методом показало, что эта порода кристаллизовалась из расплавленного материала меньше, чем 10 млн. лет назад.

Стремясь объяснить наблюдаемые явления, Б. Хейзен (США) высказал предположение о том, что сама Земля в целом расширяется. При этом, если континенты остаются все того же размера, то тогда новая дополнительная кора должна образоваться именно в океанах. Это, по-видимому, как раз и происходит в подводных океанических рифтовых долинах.

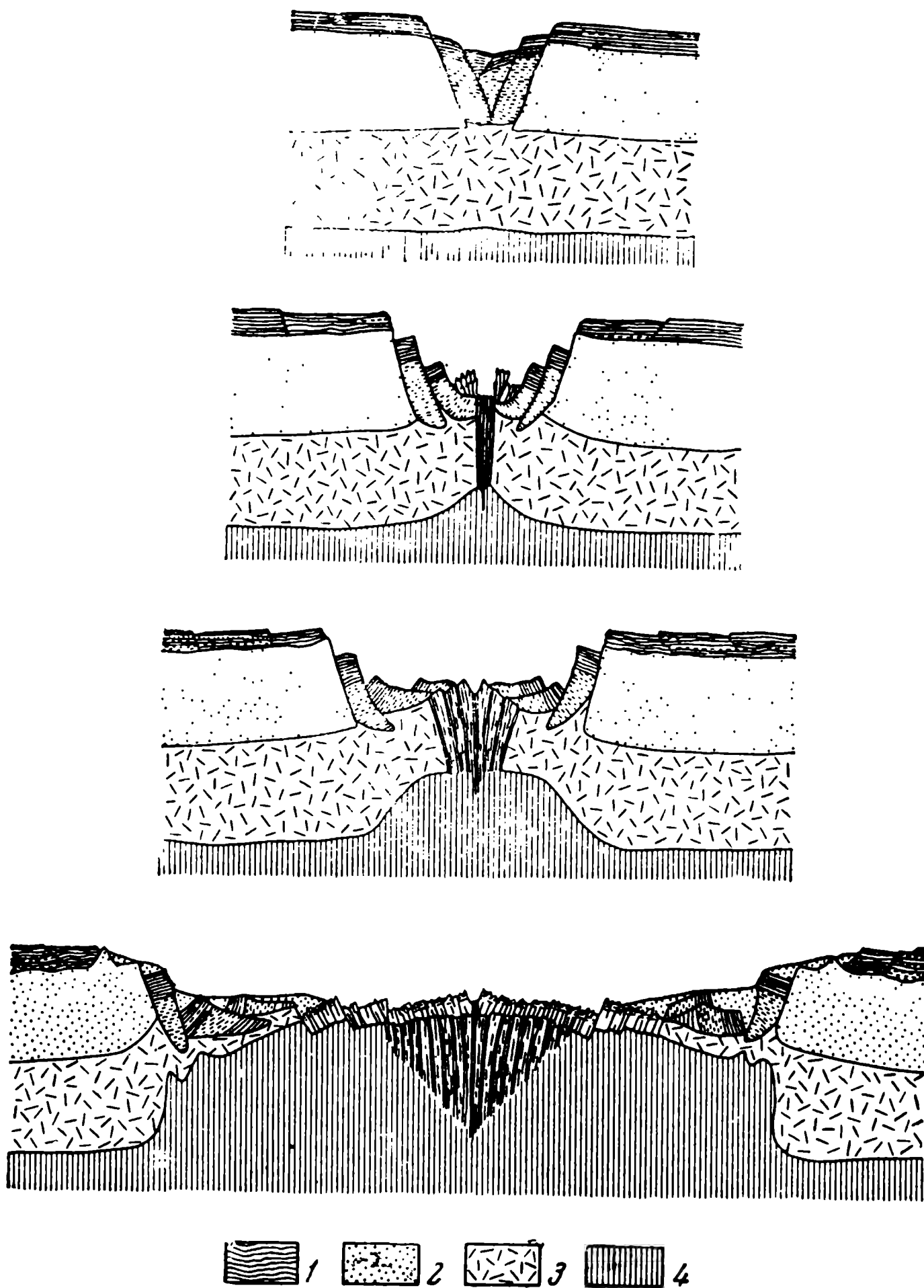


Рис. 10. Эволюция океанического дна в соответствии с теорией расширения Земли. На верхней схеме континенты расположены рядом и рифт только еще начал образовываться. На следующей — материал мантии начинает подниматься сквозь рифт и создавать средиеокеанический хребет, хорошо видный на третьей схеме. Нижняя схема изображает современное дно Атлантического океана с хребтом и рифтом в центре и с континентами, расположенными далеко друг от друга

1 — осадочные породы континентов; 2 — континентальная кора;
3 — материал, образующий кору на дне океана; 4 — мантия Земли

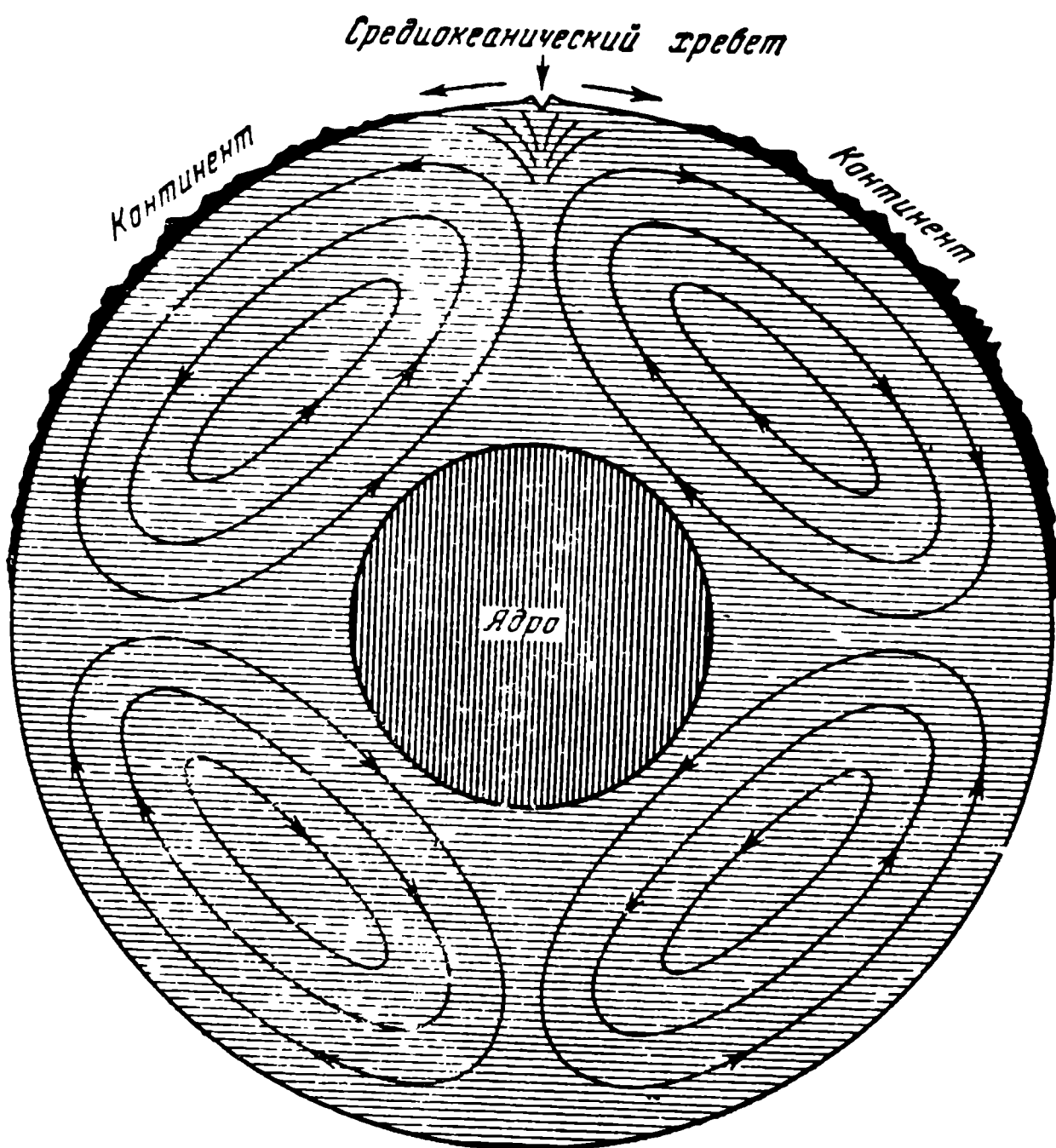


Рис. 11. Конвекционные течения Земли. Согласно одной из теорий о происхождении подводного хребта и рифта, эти течения поднимаются под рифтом, выталкивают из глубины новый материал и растекаются в стороны под континенты, сжимая их и воздвигая горы

Кроме того, расширение Земли изменяло бы относительное положение континентов как раз в соответствии с различными путями «перемещения» полюса, точно так же, как на надуваемом шаре изменяется взаимное расположение намеченных на нем точек.

Таким образом, возможно, что континенты, состоявшие из более легких пород, как бы всплывших на поверхность в начале истории Земли, когда-то покрывали всю планету сплошной коркой из гранитного материала. Расширение Земли должно было разбить эту корку и разделить ее на отдельные массы — континенты. По мере увеличения океанических бассейнов, среднеокеанический хребет должен был расти благодаря поднятию новых масс глубинных

пород из мантии и постепенному образованию новой коры.

Такое объяснение происхождения хребта и рифта, пока чисто умозрительное, далеко не всеми принято. М. Юинг и другие ученые держатся того мнения, что хребет обязан своим происхождением конвекционным течениям внутри Земли. Измерения потока тепла показали, что оно притекает из внутренних частей планеты через хребет и рифт гораздо быстрее, чем через равнинные части дна океанических бассейнов и континенты. В соответствии с этим было высказано предположение, что в вязком материале недр Земли непосредственно под средиеокеаническим рифтом поднимаются к коре конвекционные течения нагретого вещества. Движение их вверх и в стороны должно растягивать рифт и выжимать материал мантии через трещину. Боковые движения добавляют легкий материал к нижней поверхности континентов и сжимают их в горизонтальной плоскости, создавая горы. Эта теория, однако, не принимает во внимание палеомагнитных данных, как будто указывающих на изменение положения континентов.

Изучение средиеокеанического хребта и рифта все еще находится в начальной стадии. Тем не менее, как мы видим, оно было побудительной причиной целого ряда исследований и пересмотра основных геологических теорий.

К сказанному следует добавить, что ученые США пытаются ввести представление о единой подводной горной цепи, объединяющей в одну структуру все ныне известные подводные валы, и стараются всюду обнаружить в их центральной части рифтовые долины. Вряд ли это правильно.

Уместно также поставить вопрос о том, развивались ли такие структуры в далеком прошлом, учитывая, что различные тектонические формы могли изменять свои особенности развития во времени.

У берегов Черного моря

Знаете ли вы, где находится Голубая бухта, этот прекрасный уголок Северо-Западного Кавказа? Именно здесь, около Геленджика, в 1947 г. была организована Черноморская станция Института океанологии Академии



Рис. 12. Пицундские сосны у Голубой бухты

наук СССР. Теперь эта станция реорганизована в Южное отделение Института.

Голубая бухта (раньше она называлась Рыбачьей) ограничена с севера отрогом Туапхат, густо поросшим колючим кустарником, держидеревом и пицундской сосной. В бухту впадает р. Ашампе. Между берегами бухты и отрогом Туапхат на надпойменной террасе раскинулись постройки станции.

В результате работ станции в практику океанологических исследований на морях Союза был введен ряд новых приборов и методов: электромагнитный метод измерения течений, метод буйковых станций, метод измерения движения наносов с помощью люминофоров. На станции была разработана

аппаратура для подводного телевидения, измеритель течений ВДК и др. По результатам исследований станции составлена новая карта рельефа дна Черного моря, написана монография о его берегах и ряд других крупных работ.

В распоряжении станции находятся моторное судно «Вавилов» водоизмещением в 380 т и два катера — «Ширшов» и «Обручев». При помощи этих судов ведется интенсивная работа по изучению берегов и глубин Черного моря. В последнее время они выходят и в Средиземное море.

Однажды под вечер я поднялся на мыс, господствующий над бухтой. С него открылся вид на Маркотхский хребет, ограждающий с севера весь участок побережья, лежащий между Кабардинкой и Геленджиком. Вдали на юго-востоке хорошо различались постройки самого Геленджика.

Глядя на расстилавшееся передо мной море, я стал вспоминать главные этапы океанографических работ на



Рис. 13. Южное отделение Института океанологии АН СССР в Голубой бухте

Черном море, открывшие славные страницы отечественной океанографии.

Пожалуй, первым из русских, заинтересовавшихся научными исследованиями Черного моря, был Петр I, хорошо понимавший значение морских исследований. Он даже изобрел прибор для измерения больших глубин. Идея Петра I была в 1853 г. заимствована конструктором лота Бруком, ввиду чего этот лот называют теперь лотом Петра I — Брука.

Отправляя в Константинополь дипломатическую миссию на корабле «Крепость», Петр I поставил перед экипажем корабля еще и задачу производить по пути съемочные и промерные работы и составить карту Черного моря.

Раньше других научных исследований на Черном море началось изучение морской фауны. В первое время оно осуществлялось путем краткосрочных поездок ученых из научных центров страны. Затем у биологов возникла мысль об устройстве на морском побережье постоянных станций.

На основании решения съезда естествоиспытателей в 1871—1872 гг. была открыта первая в России Севастопольская биологическая станция, организованная Новороссийским обществом естествоиспытателей.

Громадное значение для развития русской океанологии приобрели проведенные С. О. Макаровым в 1881—1882 гг. на Босфоре исследования водообмена между Черным и Мраморным морями.

В октябре 1881 г. С. О. Макаров был назначен командиром направлявшегося в Константинополь военного парохода «Тамань», находившегося в распоряжении русского посольства в Турции.

Вопрос о течениях в Босфоре в то время не был ясен. Местные рыбаки утверждали, что в Босфоре, кроме верхнего течения из Черного моря в Мраморное, существует еще и нижнее — из Мраморного моря в Черное.

Несмотря на большие трудности, Макаров сумел сделать необходимые наблюдения, в результате которых он смог сформулировать следующие выводы. В Босфоре, действительно, существует верхнее течение из Черного моря в Мраморное и нижнее — из Мраморного моря в Черное. Нижнее течение объясняется проникновением более соленых и, следовательно, более плотных вод Мраморного моря

в Черное. Причиной верхнего течения является разность уровней двух морей, составляющая около полуметра.

В 1885 г. Макаров опубликовал работу «Об обмене вод Черного и Средиземного морей», удостоенную премии Академии наук. В ней он затронул ряд общих вопросов океанологии, рассматривая течения в Босфоре «не только как местное явление, но и как средство к разъяснению общих законов движения вод в океанах».

В 1890—1891 гг. на Черном море работала «глубомерная» экспедиция, много сделавшая для изучения этого своеобразного бассейна.

Начальником экспедиции был назначен гидрограф И. Б. Шпиндлер. В состав экспедиции входили гидрограф Ф. Ф. Врангель, ранее уже работавший на Черном море, и геолог Н. И. Андрусов.

Экспедиция дала очень важные результаты. Ею было доказано, что дно центральной части Черного моря представляет собой ровную глубокую котловину с наибольшей глубиной 2244 м. Вместе с тем совершенно неожиданно было обнаружено, что глубины Черного моря, начиная приблизительно с 150 м и до дна, заражены сероводородом и поэтому лишены жизни. Н. И. Андрусову удалось найти на значительных глубинах в разных районах Черного моря створки раковин моллюсков, ныне здесь не живущих.

В связи со своими наблюдениями Н. И. Андрусов высказал предположение о том, что Мраморное море до своего соединения с Черным представляло собой большое озеро с солоноватой водой, а превращение его в морской бассейн относится к той же геологической эпохе, во время которой произошло соединение Черного моря со Средиземным. Все это — результат геологических явлений, происходивших где-то южнее, в районе Эгейского моря.

Что же это были за явления?

Исследователь Средиземного моря профессор А. Филиппсон писал: «Страны, окружающие Средиземное море, буквально пронизаны провалами и сбросами самой различной формы и величины; местами они скучены, местами разбросаны; в одних местах они продолжают направление водных бассейнов, в других — выступают самостоятельно».

Само Средиземное море состоит из ряда глубоких впадин. «Это, — пишет Филиппсон, — провалы, опускания по трещинам разлома, пронизавшие здесь некогда бывшую сплошь связанной континентальную массу. Мы не знаем

другого процесса, способного создать такие бассейны, кроме провалов»¹.

Недавний возраст провалов Средиземного моря явствует и из их отношения к остальному строению области, ими пронизываемой. Когда началось эскапирование по сбросам, образование материка было в главных чертах уже закончено, складчатые горы вполне образованы. Поэтому сбросы пересекают главные цепи гор без всякого порядка; провалы как бы самовольно прерывают взаимную связь горных систем.

Черное море тоже относится к системе впадин — провалов Средиземноморья.

В результате ряда исследований Н. И. Андрусовым была подмечена общая тенденция, которая выражалась во все большей изоляции древних морей — Черного и Каспийского — от Мирового океана.

В конце понтического времени Черное и Каспийское моря ведут уже самостоятельную жизнь, лишь временами соединяясь Манычским проливом. В Черноморской области образовался, таким образом, бессточный киммерийский бассейн, отложениями которого являются рудные залежи Керченского и Таманского полуостровов. Дальнейшее опреснение и охлаждение морских вод, а также сокращение площади моря до размеров меньших, чем современное Черное море, привело к обеднению фауны так называемого куяльницкого бассейна, сменившего киммерийский.

На границе плиоцена и четвертичного периода, около 1 млн. лет назад, Черноморскую котловину занимал бассейн с солоноватой водой и фауной каспийского типа. Вскоре после этого в связи с поднятием гор и берегов Черного моря размеры бассейна сократились, образовалось древнеэвксинское море. Сюда в это время стекали воды Каспийского моря. Из Черного же моря часть вод стекала в Мраморное. Уровень всех этих морей-озер лежал выше уровня океана и последовательно повышался к востоку. В дальнейшем характер древнеэвксинского бассейна резко изменился благодаря опусканиям суши в районе Дарданелл.

Тогда-то и произошел прорыв через этот пролив соленых вод Средиземного моря.

¹ А. Ф и л и п п с о н. Средиземье. М., 1911.

А. Д. Архангельский и Н. М. Страхов отмечают, что за четвертичное время Черное море два раза соединялось со Средиземным и три раза с Каспийским морем. Каждый раз изменялась соленость моря и состав его фауны. Причиной этих периодических изменений, по их мнению, являлись колебательные движения в районе Босфора.

А. Д. Архангельскому удалось установить замечательный факт: новозвксинские полупресноводные осадки, предшествовавшие вторичному «прорыву» Дарданелл, отлагались в Черном море приблизительно 4 тыс. лет назад. Следовательно, этот прорыв произошел уже в историческое время — во время царствования в Египте фараонов XII династии, за несколько сот лет до Троянской войны. Вероятно, этот именно прорыв имел в виду Диодор Сицилийский, говоря, что «воды Понта», бывшего некогда замкнутым озером, «прорвали Геллеспонт и залили остров Самофракию».

События, происходившие в Черном море, А. Д. Архангельский и Н. М. Страхов сопоставляют с ледниковыми явлениями на северо-востоке Европы. Движения берегов Черного моря они считают компенсационными по отношению к прогибаниям и поднятиям земной коры в ледниковых областях.

Промерные работы, проведенные на Черном море, показали, что склон глубоководной котловины во многих местах, особенно вдоль берегов Крыма, имеет ступенчатый характер. На его уступах были собраны пробы мелководных отложений — галечников с фауной древнезвксинского, чаудинского и даже киммерийского возраста. А. Д. Архангельский и Н. М. Страхов считают, что эти факты объясняются существованием очень молодых сбросов огромной амплитуды.

Террасы, которые во многих местах имеются на континентальной ступени, можно считать обрывками единой наземной террасы, перемещенной по сбросовым трещинам на различные уровни. Следовательно, Черноморская впадина представляет собой колоссальный провал — грабен, образованный периферическими сбросами.

Движения по плоскостям этих сбросов продолжаются и до настоящего времени. Например, почти все эпицентры крымского землетрясения 1927 г. располагались в области континентального уступа на глубинах 200—1000 м. Точки эпицентров занимают вытянутую зону вдоль континентальной террасы.



Рис. 14. Сейсмоакустические исследования на море начинаются со взрыва

Начиная с 1956 г. Институт океанологии Академии наук СССР проводил регулярную эхометрическую съемку дна Черного моря и сейсмические исследования.

В результате этих работ установлено, что дно центральной котловины Черного моря, занимающей более $\frac{1}{3}$ всей площади моря, представляет почти идеально ровную поверхность. Лишь в юго-восточной части моря поверхность дна имеет вид слегка холмистого плато, являющегося как бы продолжением сложного и раздробленного склона Кавказского побережья.

Наибольшие глубины ложа котловины (до 2212 м) при поперечном ее пересечении всегда находятся ближе к материковому склону Анатолии, а при продольном пересечении — в центре моря. Предположения о существовании двух отдельных понижений, восточного и западного, не подтвердились.

Мощность осадочного слоя равна 7—14 км к юго-западу от Крыма и 7—11 км — в центре моря. Нижележащий «базальтовый» слой имеет мощность 8—11 км, а местами около 14—18 км. Граница Мохоровичича находится на глубине от 22—24 км (юго-западнее Крыма) до 28—30 км (в центре моря). Типичного гранитного слоя не обнаружено совсем.

Необходимо отметить две основные особенности строения земной коры в котловине Черного моря. Это, во-первых, отсутствие типичного гранитного слоя и, во-вторых, значительная мощность осадочных отложений при малой средней скорости распространения в них сейсмических волн.

Почти аналогичные особенности строения земной коры отмечаются и для Каспийского моря в области прогиба.

Сравнение полученных сейсмических данных с известными результатами исследований строения земной коры континентов и океанов показывает, что земная кора под котловиной Черного моря существенно отличается от коры

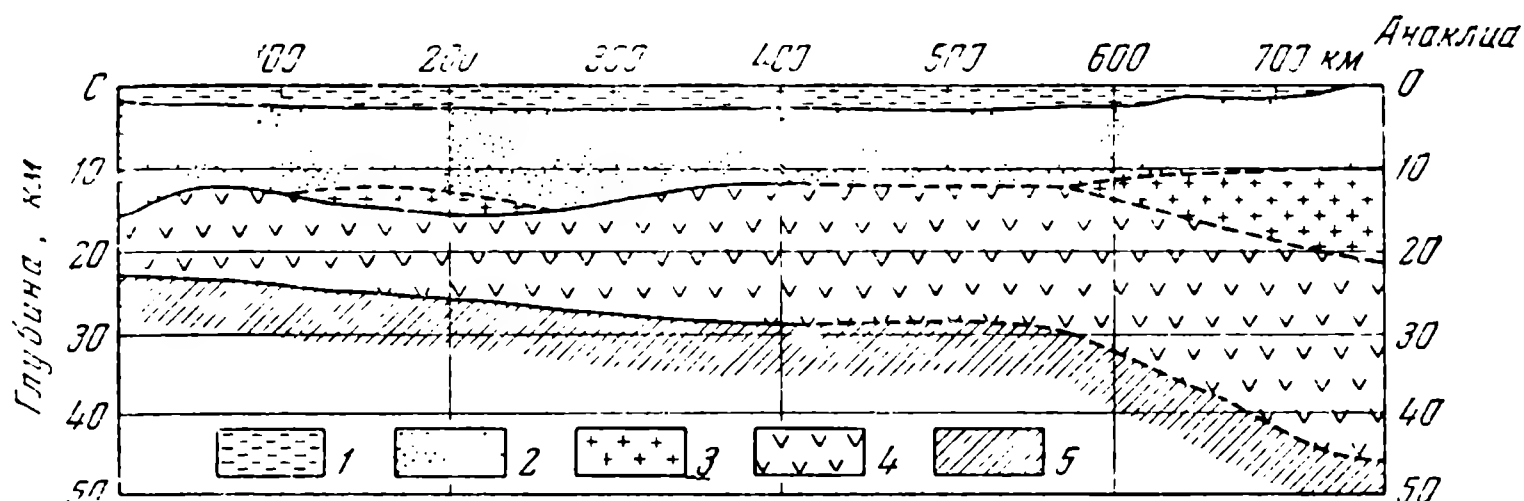


Рис. 15. Схематический разрез через Черное море с запада на восток по сейсмическим данным

1 — водный слой; 2 — осадочный слой; 3 — гранитный слой;
4 — базальтовый слой; 5 — подкоровое вещество

как континентального, так и океанического типа. По отсутствию гранитного слоя земная кора здесь ближе к океаническому типу, но имеет значительно бóльшую мощность осадочной толщи.

«Витязь» в Индийском океане

В 1959 г. Специальный комитет по океанографическим исследованиям утвердил предварительный план международных исследований Индийского океана на ближайшие годы. В них согласились принять участие СССР, США, Англия, Франция, Индия, Япония, Австралия и некоторые другие страны.

Во исполнение этого плана осенью того же года для комплексных океанологических исследований Индийского океана в свой 31-й рейс направилось советское экспедиционное судно «Витязь».

Этот корабль был переоборудован в 1947 г. из грузового судна «Марс», построенного в Германии в 1939 г.

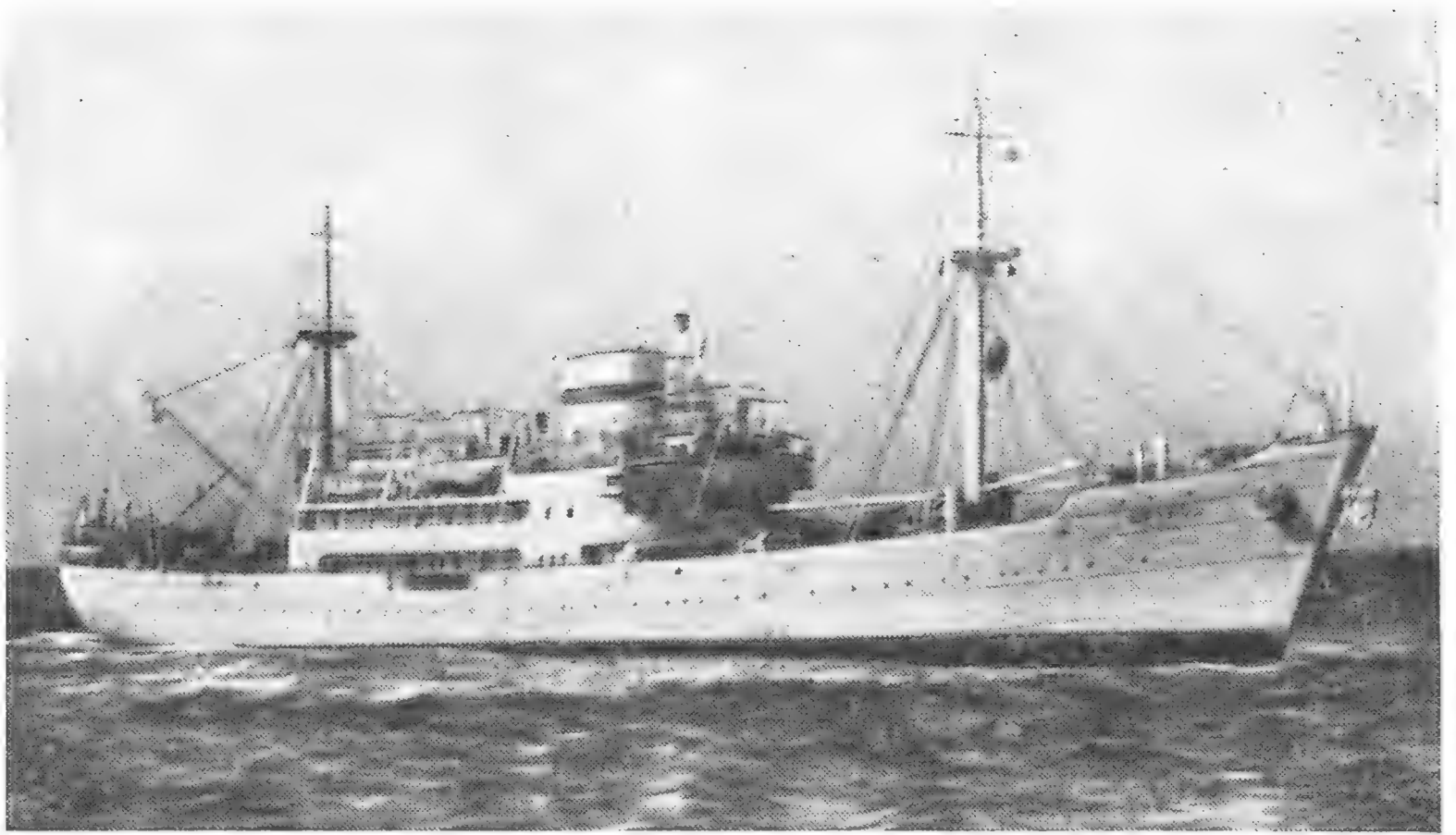


Рис. 16. Экспедиционное судно «Витязь»

В настоящее время — «Витязь» — настоящий плавучий институт, где работает 136 человек (из них 70 научных сотрудников). Его водоизмещение составляет 5710 т, а скорость хода — 13 узлов. На «Витязе» оборудовано 14 лабораторий, имеется научная библиотека и хранилище для коллекций.

Основной целью экспедиции в Индийский океан была океапологическая съемка его северной части, определение районов возможных исследований для выявления промысловых скоплений рыбы, комплексное изучение района глубоководного Яванского желоба.

Экспедиция должна была исследовать циркуляцию вод океана и глубинные течения, характеристику зон океанических фронтов, тепловой баланс и водообмен океана, баланс углекислого газа между океаном и атмосферой, рельеф и строение дна океана, донные отложения и водную взвесь в связи с вопросами осадкообразования; нужно было определить мощность рыхлых отложений, изучить динамику химических процессов, распределение рыб, планктона и бентоса, выявить наиболее продуктивные районы океана, получить данные о взаимозависимости между содержанием биогенных элементов и первичной продукцией в океане, о взаимосвязи и географической зональности физических, химических и биологических характеристик, о радиоактивности вод, атмосферы, донных отложений, флоры и фауны.

Возглавлял экспедицию член-корреспондент АН СССР В. Г. Богоров. В ее составе находились 11 самостоятельных отрядов и групп. Командовал «Витязем» капитан дальнего плавания И. В. Сергеев.

«Витязь» вышел из Владивостока в 31-й рейс 6 октября 1959 г.

В течение полугода корабль бороздил просторы Индийского океана. Океанографические разрезы с цепочками остановок-станций, на каждой из которых велись разнообразные исследования, пересекли океан в меридиональном и широтном направлениях. Они пролегли от берегов азиатского материка до границы субтропических вод, от Австралии до Цейлона и Индии, от Индии на запад до Мадагаскара и берегов Африки. Были собраны уникальные коллекции. Материалы рейса позволяют по-новому осветить природу одного из великих океанов, который до последнего времени оставался одним из наименее изученных.

Большие работы были проведены экспедицией к югу от Зондского архипелага, в Яванской глубоководной впадине, достигающей глубины около 7500 м. Исследования осветили динамику вод в этой впадине, особенности ее геологического строения. Выяснилось, что в этом районе, благодаря хорошему перемешиванию вод, создаются благоприятные условия для развития органической жизни. Впадина очень богата рыбой. Встречающиеся здесь громадные косяки тунцов издали создают впечатление кипящего прибоя.

Поучительным оказалось посещение о-ва Рождества, лежащего в 220 милях к югу от западной оконечности Явы. Долгие годы остров оставался необитаемым. Английский капитан, высадивший в 1888 г. первых поселенцев, не подозревал о существовании сокровищ, скрытых под сенью могучего тропического леса. Поселенцы рассаживали вдоль берега кокосовые пальмы, а на расчищенных от леса участках возделывали плантации кофе, какао и перца. Ничто не предвещало острову особой славы. И вдруг под тонким слоем почвы были обнаружены огромные залежи фосфатов — камня плодородия, в котором так нуждаются быстро истощающиеся земли тропических стран. Пальмы и какао были заброшены. Хозяином острова стала «Бритиш фосфат комишэн».

Тысячелетиями на острове накапливался птичий помет — гуано. Извечная система пассатных ветров, увлекающая за собой поверхностные воды, образует могучие течения —

реки в океане и, подобно гигантскому насосу, поднимает из холодных глубин воды, насыщенные солями фосфора и азота. В верхних слоях океана, пронизанных солнечным светом, массами развиваются мельчайшие водоросли — растительный планктон. На этих «пастбищах» откармливаются бесчисленные стаи рыб. Миллионы птиц слетаются издалека охотиться на них. На протяжении многих веков птицы оставляли на острове свой помет, заполнявший расщелины и углубления среди известковых скал. Жаркий климат быстро высушивал помет, превращал его в прочную породу. Позднее все это скрыл буйный тропический лес.

Теперь бульдозеры уничтожают лес, чтобы очистить площадь для добычи фосфатов. Под ножами машин один за другим падают огромные стволы. А дальше, на верхнем плато, десятки экскаваторов выбирают ценнейшее удобрение из «карманов» известковых скал. Там, где прошли машины, все живое уничтожено.

В районе о-ва Рождества научные сотрудники «Витязя» посетили коралловые рифы. Невиданный мир открылся под водой — мир, поражающий необыкновенным разнообразием форм и цветов. Барьер, созданный кораллами, не только красив — он защищает берега от разрушения. Каждая веточка коралловой колонии очень хрупка, но все поселение вместе способно противостоять самым могучим волнам прибоя.

В западной части Индийского океана «Витязь» в шестой раз пересек экватор. Здесь, вблизи берегов Африки к востоку от нее, лежит громадное число мелких островов. Некоторые из них, например Сейшельские, представляют остатки древнего континента Лемурии, опустившегося под воды океана. Сейшельские острова сложены гранитами — породами, необычными для океанических островов. Их окружают коралловые рифы. Часто атоллы возвышаются над водой всего на несколько метров.

Система ветров и течений в этом районе, наличие подводных гор, островных архипелагов приводит к особо обильному развитию здесь жизни. Здесь откармливаются огромные косяки тунцов и других рыб. Рыболовство в удаленных от берегов районах находится в руках японских предпринимателей. Ночью «Витязю» часто приходилось сбавлять ход, обходя японские сети.

Последний этап работ был посвящен Аденскому заливу и Аравийскому морю. Изучались причины часто наблю-

дающей у берегов Аравии массовой гибели рыб в результате «замора». Выяснилось, что «заморы» вызываются выходом на поверхность моря вод, зараженных сероводородом. Эти воды залегают на глубине в виде пласта; его колебания и подъемы и обуславливают внезапное отравление рыб на больших пространствах Аравийского моря.

Огромный материал, собранный во время экспедиции, находится еще в обработке. О полученных результатах в самых разнообразных областях океанологии можно писать целые книги. Мы остановимся только на работах геологического отряда, который вел на всем пути следования судна непрерывный эхолотный промер и

провел большое количество глубоководных станций. Это дало возможность получить совершенно новые данные о рельефе океана. В ряде исследованных районов, где на картах рисовались темно-синие пятна больших глубин, обнаружены обширные возвышенности и отдельные горы. Оказалось, что течения вблизи дна местами настолько сильны, что даже с мелких возвышений рельефа сносят частицы ила. В таких местах залегают огромные скопления остатков вымерших животных, в частности зубы древних акул, едва переслоенные небольшим количеством осадков.

Пробы донных осадков брались дночерпателями, трапами и грунтовыми трубками, причем максимальная длина колонки, взятой трубкой, составляет 1503 см. Проводились работы по подводному фотографированию и сбору водной взвеси методом ультрамембранной фильтрации.



Рис. 17. Гидрохимики «Витязя» берут пробы придонной воды из грунтовой трубки

В результате уточнено положение отдельных крупных форм рельефа, собран большой материал о характере расчлененности океанического ложа. Выяснено, что район к югу от Яванского желоба имеет чрезвычайно сложное строение. Отмеченные здесь поднятия и депрессии с амплитудой колебания глубин порядка 3 км имеют широтное простирание, связывают в единую систему возвышенности Кокосовых островов, о-ва Рождества и идут далее на восток.

Исследованиями было подтверждено наличие в северной части Индийско-Австралийской котловины обширной глубоководной аккумулятивной равнины. В районе 16° ю. ш. находится большой подводный хребет, вытянутый с северо-запада на юго-восток. Его ширина у основания — 110—120 миль, высота над окружающим ложем — 3 км. В районе 3° ю. ш. и 83° в. д. обнаружена подводная гора с глубиной над ней 1740 м. На $13^{\circ}55'$ ю. ш. и $53^{\circ}38'$ в. д. обнаружена другая подводная гора с минимальной глубиной над вершиной 1540 м. Высота горы превышает 3 км. Вновь открытой горе присвоено имя академика И. П. Бардина.

К юго-востоку от Амирантских островов обследован желоб с глубинами более 5 км и прилегающий к нему подводный хребет. Этот хребет, по-видимому, является погруженной частью единой горной цепи, включающей в себя Сейшельские и Амирантские острова, о-в Альфонс, о-ва Агалега и продолжающейся далее на восток.

Были уточнены площади в области распространения донных осадков различных типов. В их распределении отчетливо выражены три основных типа зональности осадконакопления — климатическая, циркумконтинентальная и вертикальная. Вдали от берегов в северной части Индийского океана ведущее значение имеет вертикальная зональность — изменение состава осадков по мере увеличения глубин. В колонках состав осадков по вертикали также нередко испытывает существенные изменения, анализ которых приводит к мысли о происходивших в относительно недавнем геологическом прошлом крупных опускания дна океана. Ряд колонок свидетельствует об изменении вулканической активности в области Индийского океана в четвертичное время.

В период плавания было выполнено два сейсмических разреза для определения мощности рыхлых отложений. Первый разрез прошел от берегов Явы через Яванский желоб на ложе океана. Здесь мощность осадков превышает

2 км. В районе материкового склона Африки к востоку от Занзибара мощность рыхлых отложений достигает 500 м. Точечные измерения на ложе центральной части океана показали толщину отложений около 200 м. На вершинах и склонах многих подводных гор донные отложения выклиниваются и обнажаются базальты.

31-й рейс «Витязя» закончился 28 апреля 1960 г. в Одессе. За 205 суток плавания судно прошло 29 770 миль, из них 28 230 миль — с эхолотным промером. Шесть раз «Витязь» пересек экватор.

После глубоководных исследований в Черном море (32 рейса), «Витязь» в октябре 1960 г. снова направился в Индийский океан. На этот раз экспедицию возглавлял доктор геолого-минералогических наук П. Л. Безруков, участвовавший и в 31-м рейсе. Командовал «Витязем» по-прежнему капитан И. В. Сергеев.

В отличие от предыдущего плавания в этом рейсе основное внимание было уделено проведению комплексных исследований в Аравийском море, Бенгальском заливе и Андаманском море. Помимо этого, было выполнено два больших разреза в центральной части океана до 40° ю. ш., т. е. до «ревущих сороковых» широт. В конце рейса работы были проведены в западной части Яванского желоба, против о-ва Суматры, а также в Тихом океане, на пути от Молуккских островов до Японского моря. За время рейса судно восемь раз пересекло экватор.

В задачу экспедиции входила дальнейшая разработка тех же больших научных проблем, касающихся природы

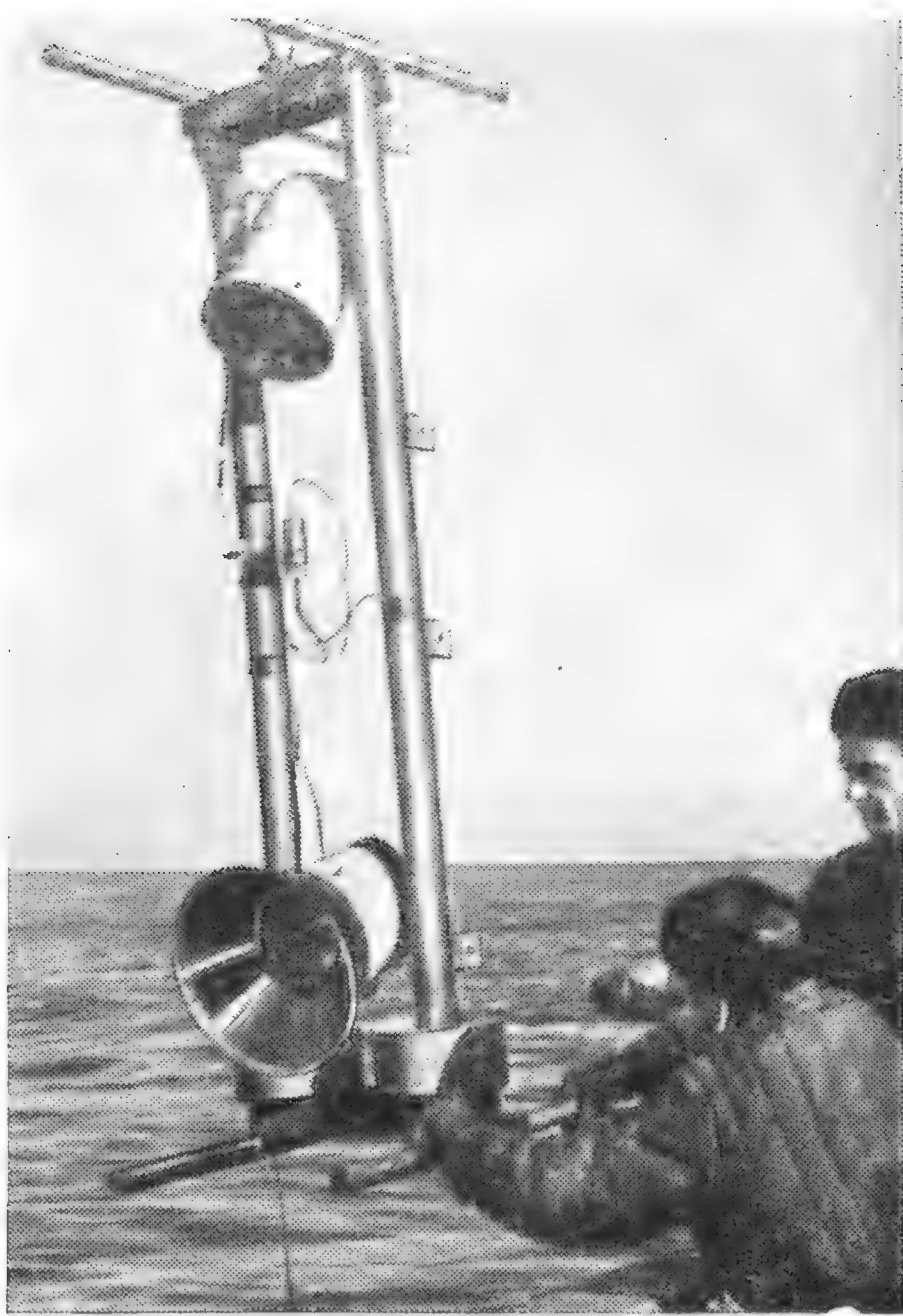


Рис. 18. Спуск установки для подводного фотографирования конструкции инженера Н. Л. Зенкевича

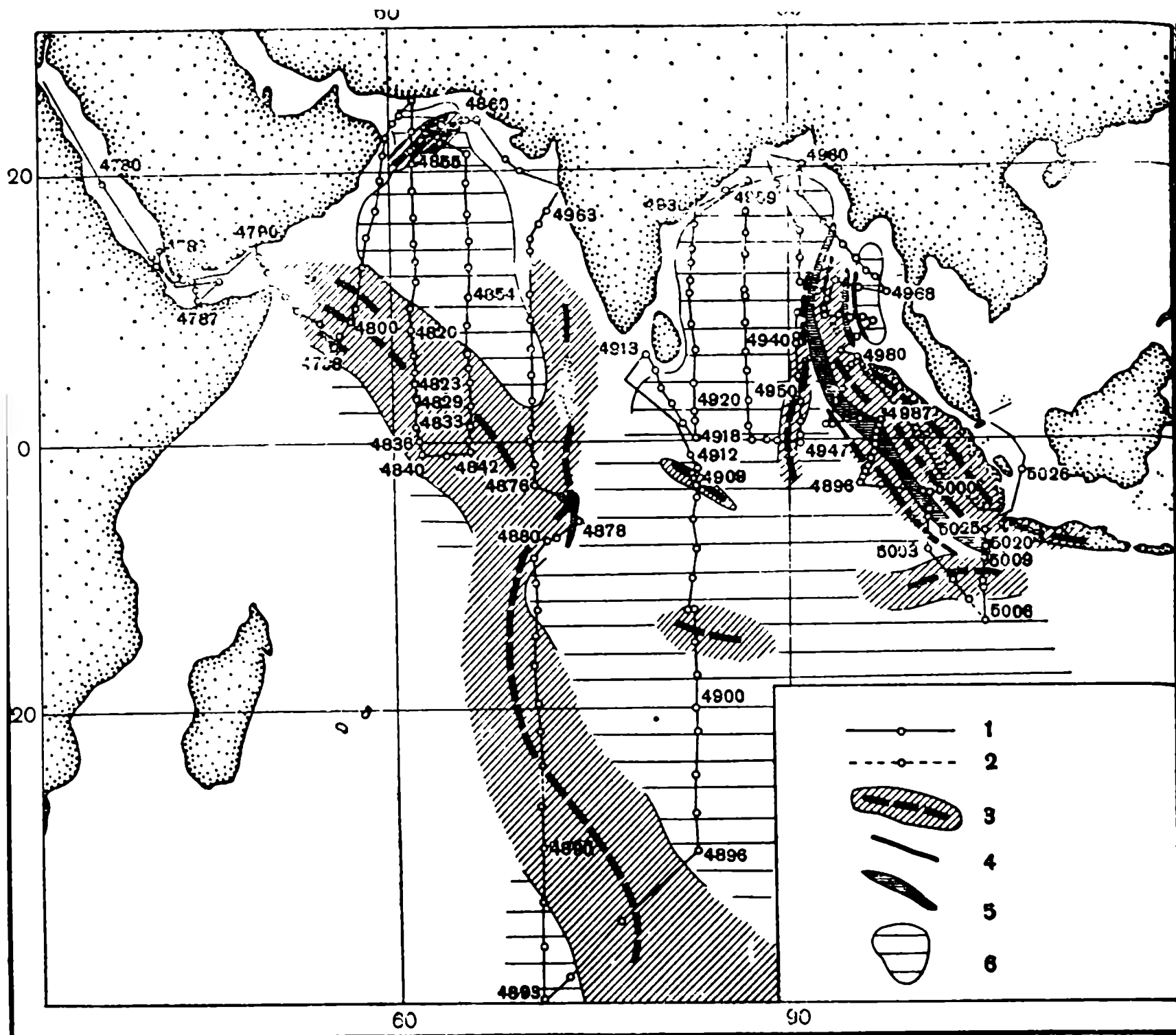


Рис. 19. Схематическая карта дна Индийского океана по данным экспедиций «Витязя»

1 — маршрут 33-го рейса «Витязя»; 2 — участки маршрута без промера; 3 — горные сооружения; 4 — океанические валы; 5 — глубоководные желоба; 6 — котловины ложа океана и окраинных морей

и естественных богатств Индийского океана. Вместе с тем были расширены работы по исследованию тектоники дна, глубинных течений и по ряду других разделов океанологии.

Для получения проб донных отложений была впервые применена грунтовая трубка большого диаметра (170 мм), которой было взято несколько колонок длиной до 12 м. Вес каждой такой колонки около 300 кг. Сбор водной взвеси производился не только методом фильтрации, но также с использованием мощных сепараторов, работавших на ходу судна на протяжении почти всего плавания. Впер-

вые в практике океанографических исследований с борта судна велись наблюдения над искусственными спутниками Земли и фотосъемка участков Млечного пути, не видимых с советских обсерваторий.

В 33-м рейсе «Витязь» провел исследования на 282 океанографических станциях, эхолотный промер дна выполнен на протяжении более 28 000 миль.

За время рейса геологи собрали новые сведения о строении дна океана. Были уточнены контуры и рельеф пересекающих океан крупных подводных хребтов — Аравийско-Индийского и Центрально-Индийского.

В районе островов Чагос был обнаружен глубокий желоб с крутыми склонами и плоским дном, находящимся на глубине 5400 м.

Еще в 31-м рейсе «Витязя» в 550 милях к юго-востоку от Цейлона была открыта большая подводная гора. Сейчас установлено, что это крупный вулканический конус с несколькими вершинами. Он возвышается над дном более чем на 3 км. Минимальная глубина над горой — 1550 м.

Экспедиция предложила присвоить этой горе имя Афанасия Никитина — первого русского путешественника, плававшего в XV в. в Индийском океане. Был открыт ряд других, не известных ранее подводных гор высотой 2—3 км.

В центральной части океана на глубинах 4—5 км экспедиция обнаружила большие скопления марганцевой руды в виде конкреций, которые покрывают дно сплошным покровом.

Встречены многочисленные выходы на дне вулканических пород. С помощью сейсмических радиобуев опре-

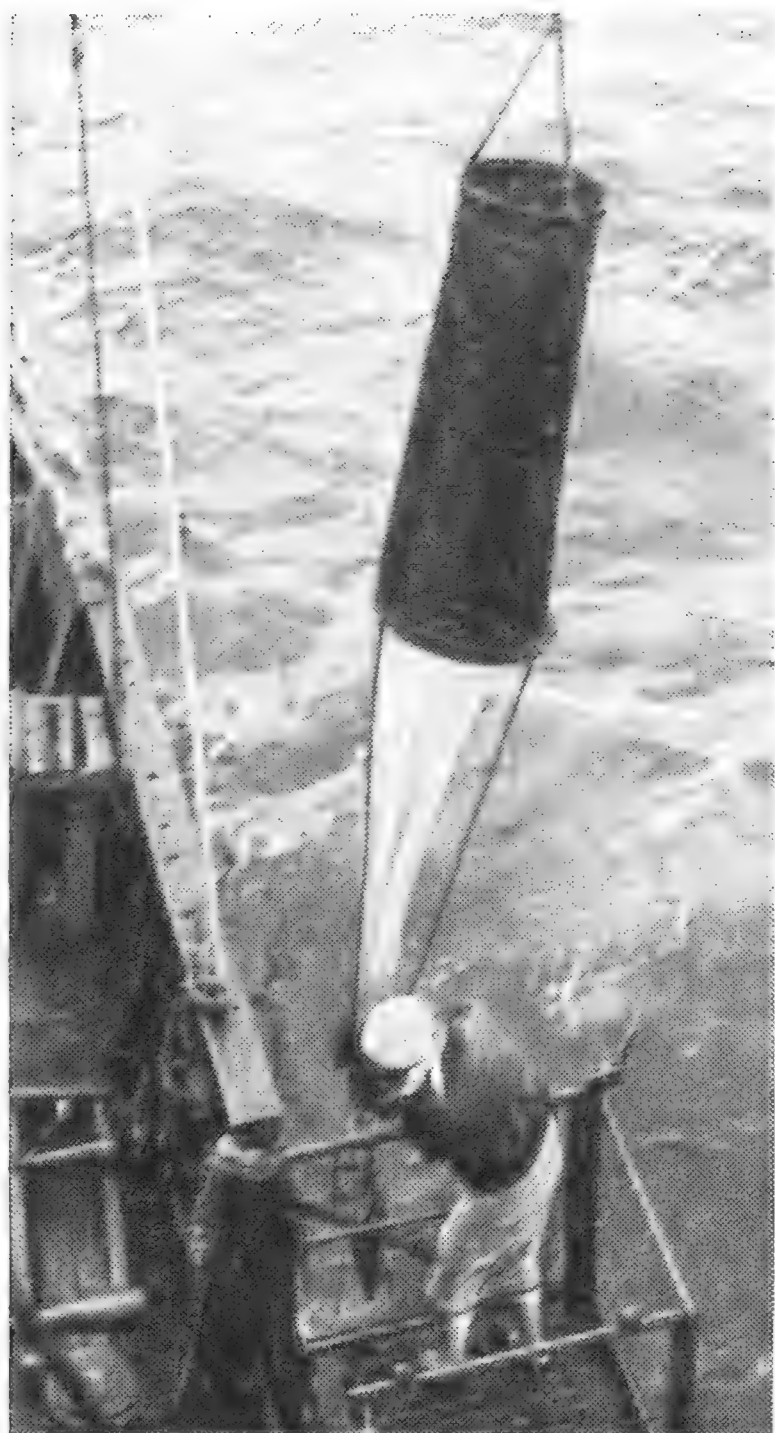


Рис. 20. Спуск малой сети Джели для сбора планктона

делена мощность земной коры в центральной части океана, равная здесь 7,5 км.

Гидрологи «Витязя» выполнили обширные исследования главных течений Индийского океана — Сомалийского, Муссонного, Экваториального противотечения, течений Бенгальского залива. Выявлены значительные скорости течений во всей водной толще вплоть до глубин порядка 5000 м.

Была подробно исследована область сероводородного заражения вод в Аравийском море. Кроме того, сероводород был обнаружен в водах северо-западной части Бенгальского залива.

Биологи экспедиции нашли ряд редких и совсем неизвестных науке видов животных, составили карты распределения этой фауны.

Закончив исследования в Индийском океане, «Витязь» 19 апреля 1961 г. вернулся во Владивосток через моря Малайского архипелага.

Начатый в 1953 г. штурм Тихого и Индийского океанов успешно продолжается.

Исследования «Витязя» многим обогатили науку. Но, пожалуй, самое главное в этих исследованиях — это то, что выявились глубочайшие взаимосвязи различных процессов, протекающих в океане.

Штурм океана продолжается

Океанографические исследования оказали огромное влияние на рождение новых идей в геологии. Они в значительной мере определяют и пути ее дальнейшего развития. Поэтому мне хотелось бы рассказать о задачах морской геологии в связи с той ролью, которую она будет играть в развитии геологической теории.

Геология — наука об истории развития Земли и жизни на ней. Она изучает состав и строение Земли, выясняет условия образования горных пород, минералов и руд, закономерности их размещения, смены физико-географиче-

ских условий на земном шаре и изменения органической жизни.

Геология имеет громадное практическое значение, так как она помогает человеку осваивать богатства земных недр — их минеральные ресурсы, которые являются основой индустрии.

Как и раньше, в XIX в., основой для практической деятельности и для научных выводов геологов продолжает оставаться *геологическая карта*, на которой получает отражение геологическое строение земной поверхности и относительный возраст слагающих ее геологических формаций.

Геологическая карта — важнейшее звено геологической работы, объединяющее теорию с практикой. Без геологических карт не может осуществляться расширение минерально-сырьевой базы страны, увеличение ее водных ресурсов и современное крупное строительство различных сооружений. Вместе с тем, геологическая карта широко используется для прогнозов о местах залегания месторождений полезных ископаемых и для научных геологических выводов.

Геологическая карта представляет собой обыкновенную топографическую карту, на которой показано распространение осадочных и изверженных пород и отмечено при помощи условной раскраски, какой относительный возраст имеют эти породы, а при помощи ряда условных знаков — какие они имеют формы залегания.

Советская наука занимает одно из ведущих мест в мире как по качеству геологических карт, так и по масштабу геолого-съемочных работ, которые проводятся на территории всех республик Советского Союза.

Большим достижением советской науки следует считать создание геологической карты всей нашей страны, на которой сегодня уже нет белых пятен, т. е. неизученных территорий.

Последнее десятилетие ознаменовалось также широким фронтом производства специализированных геологических карт, указывающих на дифференциацию первоначальной геологической карты, в какой-то степени соответствующую дифференциации самой геологической науки.

Теперь издаются: *тектоническая карта*, или карта, отражающая особенности строения земной коры, без знания которых нельзя судить о закономерностях образования и

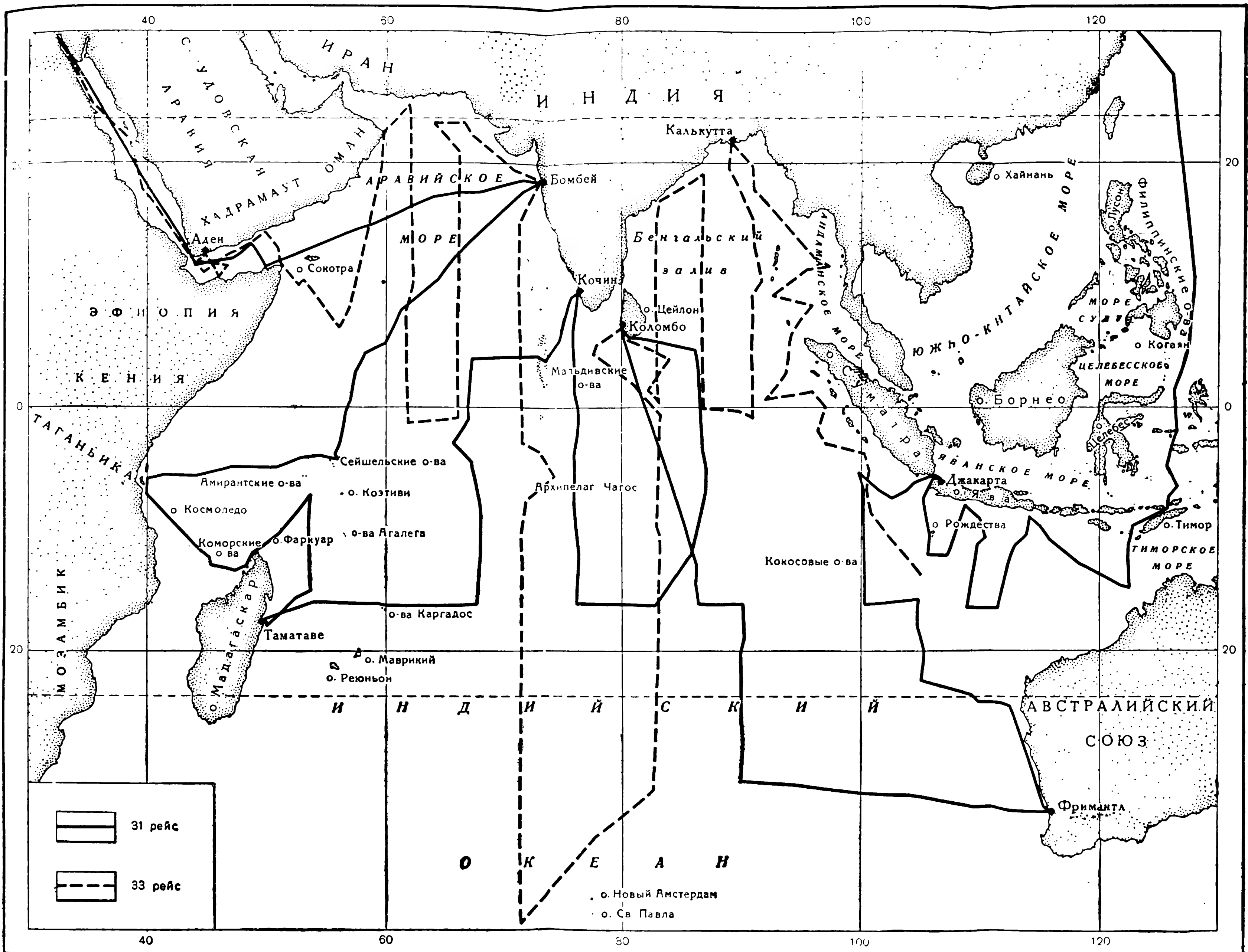


Рис.21. Маршруты 31-го и 33-го рейсов «Витязя» в Индийском океане

распространения изверженных и осадочных пород и различных месторождений полезных ископаемых; *карта четвертичных отложений*, специально посвященная покрывающему Землю чехлу, состоящему в основном из рыхлых осадочных образований, которые связаны с четвертичным периодом истории развития Земли; *палеогеографические карты*, воссоздающие распределение суши и моря в различные периоды истории Земли и т. д.

Наконец, в самое последнее время наши специалисты приступили к разработке так называемых *металлогенических карт*, показывающих распределение месторождений различных полезных ископаемых в связи с особенностями геологического строения территорий, с проявлением различных эпох рудообразования. Эти карты должны привести к выявлению закономерностей, управляющих распределением полезных ископаемых в толще земной коры.

В будущем структурное бурение позволит перейти к подземной геологической съемке и к составлению ряда карт, на которых изогипсами будет показано глубинное залегание отделов или ярусов геологических систем.

В ближайшее десятилетие должна осуществиться геологическая съемка материковой отмели (шельфа) и, быть может, даже материкового склона. Таким образом, геологические карты начнут охватывать и территории, занятые водами морей.

Без изучения строения и развития земной коры под океанами невозможно, как мы видели, понять общие закономерности развития земной коры и установить ее связи с подкоровой средой, которая является источником магмы.

Именно подкоровая часть земной оболочки (мантия) определяет развитие явлений вулканизма. Она является источником глубинной тепловой энергии и огромного количества различных полезных ископаемых. Без более детального изучения глубин земной коры окажется затруднительным найти подход к проблеме прогноза и районирования землетрясений, к проблеме движения земной поверхности, в частности береговой полосы.

Геофизические исследования строения земной коры в океанах и областях, переходных от континентов к океанам, ведутся в настоящее время рядом стран в довольно больших масштабах. Они будут осуществляться и далее во все возрастающих темпах. Им на помощь придут прямые на-

блюдения с батискафов, сопровождаемые отбором образцов пород на больших глубинах. Будет продолжаться изучение современных морских осадков. Начнется бурение океанического дна. Будут изучены материковые отмели, их структурные особенности, а также полезные ископаемые.

Добыча нефти на шельфах будет производиться во все возрастающих масштабах. Начинается промышленное извлечение со дна морей и океанов залегающих там железомарганцевых конкреций. Сама морская вода, в которой в растворенном или взвешенном состоянии находится около 80 химических элементов, станет объектом усиленной эксплуатации.

Морская вода содержит большое количество минеральных веществ в форме растворенных солей. Получение соли из морской воды путем выпаривания — это древний промысел, широко развитый и сейчас. Он практикуется не только для извлечения поваренной соли, но также и для получения сернокислого натрия, хлористого калия, хлористого магния и брома.

Общее содержание различных элементов в морской воде колоссально, но большинство из них встречается в очень слабых концентрациях, выражающихся в миллиграммах на тонну воды. Таким образом, если этот «рудник» и неистощим, то содержащаяся в нем «руда» чрезвычайно низкопроцентна.

Несмотря на это, человечество давно привлекала возможность извлечения ценных элементов. Неоднократно делались попытки добывать из морской воды золото. Правда, результаты не оправдывали затрат.

С развитием новой техники вопрос о возможности рентабельного извлечения многих элементов из океана поднимается снова. При этом становится возможным производить комплексное извлечение ряда солей. Путей извлечения намечается несколько.

Одним из возможных способов является пропускание воды океана через фильтры из ионообменных смол, на которых концентрируются определенные элементы. В качестве источника дешевой энергии возможно использование энергии приливов.

Второй способ основан на том, что некоторые бактерии, водоросли и беспозвоночные обладают избирательной способностью концентрировать отдельные элементы (ва-

надий и др.). Путем искусственного разведения таких организмов возможно повысить концентрацию редких элементов в их теле, а затем, сжигая их, извлекать нужные соединения из золы.

В связи с огромным интересом, который представляет для современной геологии изучение глубоких частей земной коры, летом 1960 г. на Ассамблее Международного союза геодезии и геофизики был принят план широких геофизических и геологических исследований верхних частей оболочки, или мантии Земли, ее связей и взаимоотношений с земной поверхностью. Этот проект получил название «Проект верхней мантии». Его выполнение потребует значительных усилий научно-исследовательских организаций и отдельных ученых многих стран. Для координации исследований, выработки основных рекомендаций и общего планирования был избран международный оргкомитет во главе с президентом МГГС членом-корреспондентом АН СССР В. В. Белоусовым. В ряде стран создаются уже национальные комитеты по осуществлению работ по программе проекта.

По-видимому, наиболее реальный и быстрый путь достижения мантии — это бурение с судов в океанах, сквозь четырехкилометровый слой воды. На Океанографическом конгрессе в Нью-Йорке в 1959 г. демонстрировались чертежи американского проекта глубокого бурения «Мохол». Судя по ним, американские ученые намеревались осуществить бурение именно сквозь толщу океанических вод, причем сначала намечалась опытная стадия бурения. По последним полученным данным, в США уже закончена подготовка и в марте 1961 г. началось экспериментальное глубоководное морское бурение с целью испытания оборудования и техники, которые могли бы быть затем использованы для осуществления проекта «Мохол». Конечной задачей проекта является определение состава и физических свойств слоев земной коры и подстилающих ее пород, известных под названием мантии.

Место для экспериментального бурения выбрано в районе о-ва Гваделупа, около северо-западного побережья Мексики. Предварительно район бурения был обследован: выполнен эхолотный промер, собраны пробы грунта и проведено сейсмоакустическое зондирование, показавшее, что дно сложено рыхлыми осадками мощностью в 150 м, подстилаемыми твердыми породами.

От результатов экспериментального бурения и сопутствующих ему инженерных и научных исследований будет зависеть осуществление основной части проекта «Мо-хол»; предполагается, что оно будет начато лишь после нескольких лет подготовки.

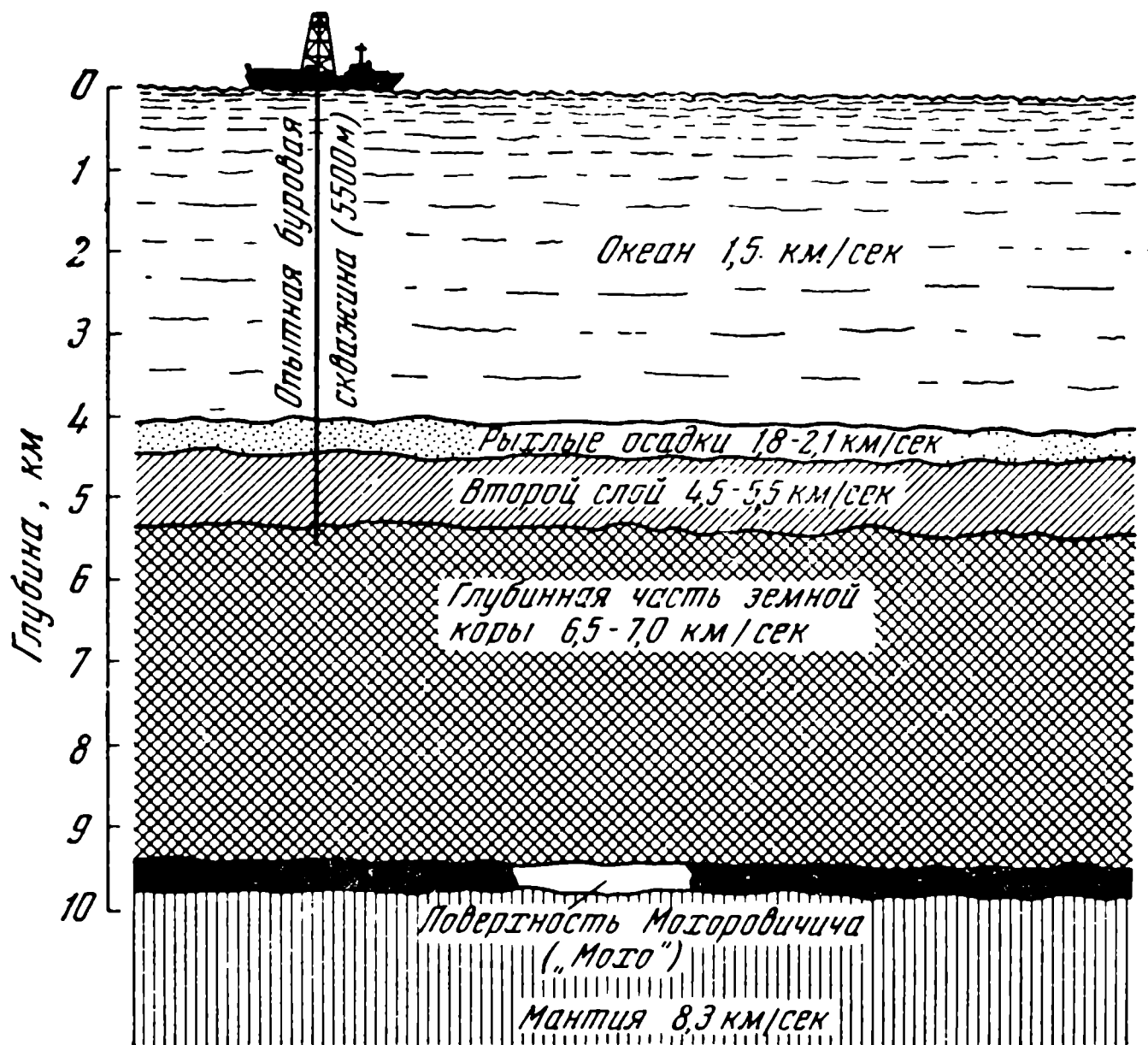


Рис. 22. Разрез земной коры в районе глубинного бурения. Скорости прохождения звуковых волн в различных слоях позволяют определить состав и свойства этих слоев

Почти все предшествующие опыты морского бурения проводились на глубинах до 30—40 м с использованием специальных платформ, устанавливавшихся непосредственно на дно. Опыты бурения с заякоренного судна были проведены на глубинах около 140 м. При этом удалось пробурить скважину глубиной в 3000 м.

В осуществляемом эксперименте бурение через 3570-метровую толщу воды начато с незаякоренного судна, постоянство положения которого создается системой двигателей. Бурение осуществляется стандартным роторным методом, используемым на суше в нефтяной промышлен-

ности. Главная задача этого бурения — установить в условиях эксперимента усилия и нагрузки, действующие на корабль и буровые трубы, определить оптимальную скорость вращения буровых труб и необходимый вес бура. Трудность заключается в том, что только буровая колонна связывает корабль с дном океана; таким образом, если бы она была поднята наверх, то найти скважину вновь было бы уже невозможно. Поэтому все операции с буровой колонной, измерения и взятие проб должны осуществляться при помощи инструментов, опускаемых в буровую колонну с корабля на тросе. Для бурения используется алмазное сверло, независимо от того, какие породы — мягкие или твердые — встречает бурение.

Предварительные исследования показали, что корабль может удержаться на одном и том же месте с помощью четырех двигателей, укрепленных по четырем сторонам корабля. Для стабилизации положения корабля вокруг него расположены четыре или пять заякоренных буйев. Передатчики, которыми снабжены буйи, передают по воде в направлении корабля звуковые сигналы. Электронное оборудование на корабле преобразовывает полученные сигналы и передает их рулевому, который соответственно регулирует направление и скорость работы рулевых моторов, все время удерживая корабль над скважиной.

В район работ буровой станции направлены океанографические суда, имеющие на борту ученых из различных научных и правительственных учреждений и представителей нефтяных компаний. В их число входят палеонтологи, геофизики, специалисты по литологии осадочных пород, микробиологи, метеорологи, физики. В апреле 1961 г. бурением была уже достигнута глубина в 186 м ниже дна океана и поднят базальтовый керн.

Таким образом, ученые уже начали штурм пучин океана, и недалек тот день, когда глубины Земли откроют свои тайны.

Содержание

Предисловие	3
На улицах Нью-Йорка	6
«Вавилон XX века»	14
В Музее естественной истории	20
Океанография — место встречи всех наук	30
На заседаниях конгресса	39
В гостях у зарубежных ученых	48
Морские осадки — ключ к пониманию прошлого	59
Рельеф дна океана	69
Происхождение материков и океанических впадин	76
«Блуждающие» полюса и «плавающие» материки	83
Расширяется ли Земля?	88
У берегов Черного моря	95
«Витязь» в Индийском океане	103
Штурм океана продолжается	112

Дмитрий Иванович Щербаков

Пучины океана

*Утверждено к печати
Редколлегией научно-популярной литературы
Академии наук СССР*

✱

Редактор_издательства *А. Д. Иорданский*
Технический редактор *В. В. Волкова и С. П. Голубь*
Обложка художника *И. А. Юдина*

РИСО 21—136В. Сдано в набор 30/XI 1961 г.
Подписано к печати 14/II 1962 г. | Формат 84×108^{1/32}.

Печ. л. 3,75 + 1 вкл. Усл. печ. л. 6,38

Уч.-изд. л. 6,5 (0,1 вкл.) Тираж 18 000 экз.

Т-01170. Изд. № 563. Тип. зак. 2624.

Цена 20 коп.

Издательство Академии наук СССР.
Москва, Б-62, Подсосенский пер., 21.
2- типография Издательства АН СССР
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10.